



# Impactes ambientais associados à Exploração Mineira: Estudo de alguns riscos na vida das plantas e dos animais.

Ana Paula Sardinha Caldeira

Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário.

Departamento de Biologia e Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território/  
Unidade de Ensino das Ciências.

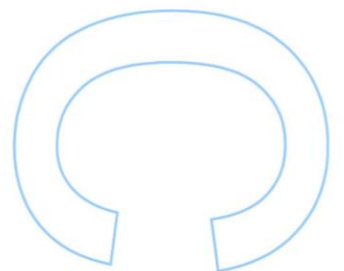
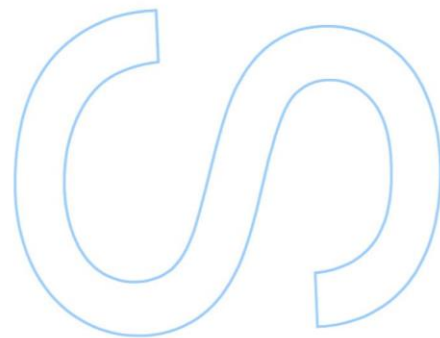
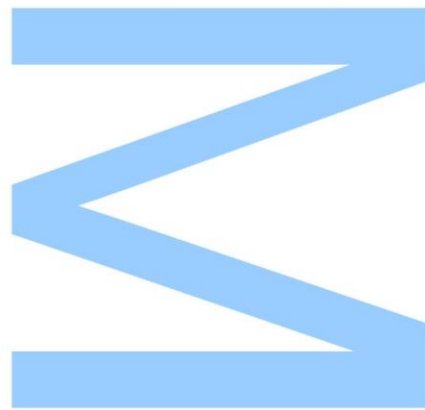
2015

## **Orientador**

Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar Agregada, Faculdade de Ciências  
da Universidade do Porto.

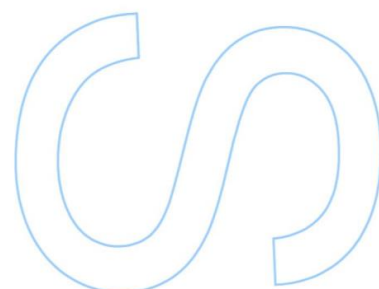
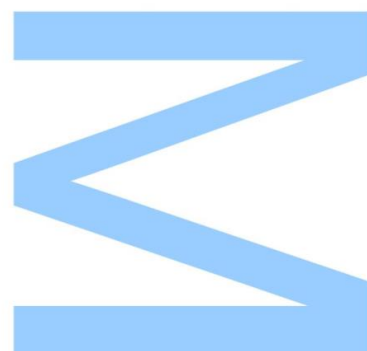
## **Orientador**

Luís Calafate, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade  
do Porto.



Todas as correções determinadas  
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.  
O Presidente do Júri,

Porto, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



## Agradecimentos

Com a finalização deste Relatório de Estágio não posso deixar de agradecer a quem, direta ou indiretamente, me ajudou nesta caminhada tão importante da minha vida pessoal e profissional.

Em primeiro lugar, agradeço a DEUS, pois sem a Sua ajuda, sem a Sua direção e sem a Sua luz eu não teria conseguido cumprir esta etapa tão significativa na minha vida.

Agradeço as orientações disponibilizadas pelo Professor Doutor Luís Calafate e pela Professora Doutora Clara Vasconcelos durante a elaboração do presente Relatório. Obrigada pela disponibilidade e por todas as sugestões e orientações.

Um agradecimento MUITO especial a minha irmã Marília e a amiga Sandra que me apoiaram na elaboração deste Relatório. Obrigada, Marília e Sandra, do fundo do coração.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à minha família que sem ela dificilmente conseguiria chegar até aqui. Por estarem sempre disponíveis a ajudar-me, a apoiar-me, fazendo-me sentir que não estava sozinha nesta conquista. Obrigada Mãe, pelo teu amor, paciência, dedicação, carinho, preocupação, onde minhas lágrimas eram as tuas lágrimas, os meus sorrisos eram os teus sorrisos e a minha alegria era a tua alegria. Obrigada Marília por teres sido um pilar nesta etapa da minha vida, pelo teu apoio, disponibilidade e paciência. Obrigada Sanguedo pela tua prontidão em ajudar-me, pela tua calma e otimismo que sempre me dava conforto. Obrigada Adélia, embora distante, tornaste-te presente pelo teu apoio e preocupação.

Obrigada a todos vós.

*Paula Caldeira*

## Resumo

O presente documento constitui o Relatório de Estágio que teve lugar na Escola Fontes de Pereira de Melo, sob orientação da professora cooperante Sandra Ferraz e os orientadores da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Professora Doutora Clara Vasconcelos e Professor Doutor Luís Calafate, ao longo do ano letivo 2014/2015. O Estágio Profissional prevê redigir e defender um Relatório de Estágio cuja temática foi apresentada num Projeto de Investigação Educacional. O presente Relatório de Estágio encontra-se dividido em seis momentos, sendo eles: (1) Introdução geral; (2) Enquadramento científico e educacional; (3) Metodologia de Investigação; (4) Implementação do Estudo; (5) Resultados e Discussão e (6) Conclusões. Os objetivos deste estudo consistiram numa avaliação formativa de uma turma de alunos do 7º ano de escolaridade, sujeitos a um ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, na disciplina de Ciências Naturais. Para tal, visando a temática *Terra em transformação*, foram idealizadas três aulas onde se explicou e relacionou os impactes ambientais provenientes da exploração mineira que podem interferir na saúde e ocorrência de doenças nos animais e nas plantas, tendo sempre em conta uma perspetiva sustentável. Como recursos didáticos, foram utilizadas duas grelhas de observação, um Mapa de Conceitos e um V de Gowin (atividade prática experimental). A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) é uma metodologia de ensino que permite aos alunos partir do conhecido para o desconhecido, com o propósito de compreenderem os princípios científicos que se encontram subjacentes ao problema e de resolverem o mesmo, proporcionando-lhes uma maior autonomia na aprendizagem. Os dados obtidos na classificação dos recursos didáticos indiciam um aumento da média de classificação da turma mediante os resultados obtidos pelo preenchimento do V de Gowin, sendo o valor médio da classificação dos Mapas de Conceitos de 69% e do V de Gowin de 72,74%. Desta forma o conhecimento desenvolvido pelos alunos teve um impacte mais positivo através da realização da atividade prática do tipo experimental, permitindo que os discentes conseguissem mobilizar os conhecimentos apreendidos nas aulas. A nível profissional a ABRP, como metodologia de ensino, contribuiu para o desenvolvimento profissional da professora estagiária, visto que conduziu à melhoria do exercício da docência e consequentemente ao sucesso das aprendizagens dos alunos, promovendo o crescimento pessoal e profissional da mesma.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP); Investigação & Desenvolvimento (I & D); Exploração Mineira; Riscos; Solo; Fauna; Flora; Recursos Didáticos; Sustentabilidade; Impactes Ambientais.

## Abstract

This document is the Training Report which took place in Fontes de Pereira de Melo School, under the guidance of teacher cooperative Sandra Ferraz and the guiding of Doctor's of Faculty of Science, University of Porto, Dr. Clara Vasconcelos and Dr. Luís Calafate, throughout the school year 2014/2015. The professional internship provides to write and defend a Training Report whose theme was set in Educational Research Project. This Training Report is divided into six points which are: (1) General Introduction; (2) Scientific and Educational Framework; (3) Research Methodology; (4) Study Implementation; (5) Results and Discussion and, finally, (6) Conclusions. The objectives of this study consisted in a formative evaluation of a class of students from the 7th grade subject to an oriented education for Problem-Based Learning, in the discipline of Natural Sciences. In order to subject the theme *Earth in Transformation*, were developed three classes where were explain and relate the environmental impacts from mining that can interfere in health and occurrence of diseases in animals and plants, taking into account a sustainable perspective. As teaching resources, it was used two grids of observation, one Concepts Map and a V Gowin (experimental practical activity).

The Problem Based Learning (PBL) it's a teaching methodology that allows students to leave the known to the unknown, in order to understand the scientific principles that are underlying the problem and solve it, providing them with greater autonomy in learning. The data obtained in the classification of teaching resources indicate an increase in the average of the class by the results of the completion of V Gowin, wherein the average value of the classification of the concepts maps were 69% and V Gowin were 72.74%. This indicate that the knowledge acquired by students was carried out by the functional education since it was by the realization of practical and experimental activity that the students were able to mobilize the knowledge acquired in class.

In a professional level the PBL, as a teaching methodology, contributed to the professional development of the trainee teacher, since it led to the improvement of the teaching profession, and consequently to the success of student learning, promoting personal and professional growth of the same.

**Keywords:** Problem-Based Learning (PBL); Research & Development (R & D); Mining; Risks; Soil; Wildlife; Flora; Educational Resources, Sustainability; Environmental impacts.

# Índice

Agradecimentos .....	I
Resumo .....	II
Abstract .....	III
Índice.....	IV
Índice de Figuras .....	VI
Índice de Tabelas .....	VII
<b>CAPÍTULO I - Introdução Geral .....</b>	<b>1</b>
I.1 Justificação do Estudo.....	1
I.2 Problema de Investigação .....	2
I.3 Objetivos de Investigação .....	3
I.4 Organização do Trabalho .....	3
<b>CAPÍTULO II - Enquadramento Científico e Educacional.....</b>	<b>6</b>
II.1 Contextualização Curricular.....	6
II.2 Temática: Terra em Transformação .....	6
II.2.1 Os Impactes da Exploração Mineira na Vida Animal e Vegetal .....	7
II.2.2 O contributo do conhecimento Geológico para a Sustentabilidade da Vida na Terra .....	16
II.3 Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) .....	18
<b>CAPÍTULO III - Metodologia de Investigação.....</b>	<b>20</b>
III.1 Investigação & Desenvolvimento.....	20
III.1.1 Amostra.....	22
III.1.2 Técnicas e Instrumentos de Investigação.....	22
<b>Capítulo IV - Implementação do Estudo.....</b>	<b>25</b>
IV.1 Introdução.....	25
IV.2 Planificações e Recursos Didáticos .....	25
IV.2.1 Planificações .....	25
IV.2.2 Recursos Didáticos.....	26
IV.3 Dinâmica e Estrutura das Aulas .....	27
<b>Capítulo V - Resultados e Discussão.....</b>	<b>33</b>
V.1 Mapas de Conceitos .....	33
V.2 V de Gowin .....	37
V.3 Observação Participante.....	40
V.4 Análise Conjunta e Discussão.....	43
V.5 Dificuldades, Sugestões e Limitações da Investigação .....	45

Capítulo VI - Conclusões .....	46
VI.1 Conclusões .....	46
VI.2 Implicação para o Ensino das Ciências Naturais.....	47
VI.3 Contributo para o desenvolvimento profissional .....	47
Referências Bibliográficas .....	48
Apêndices.....	52
Apêndice A – Documento de leitura .....	53
Apêndice B – Mapa de Conceitos .....	55
Apêndice C – V de Gowin .....	56

# Índice de Figuras

Fig. II.1 – Lavra a céu aberto na região de Kennecott-USA. (Extraído: de Carli, 2013, p. 9) -----	9
Fig. II.2 - Mapa geológico da Faixa Piritosa Ibérica, onde inclui, por exemplo, a antiga mina de pirite do Lousal, que laborou continuamente entre 1900 e 1988 explorando sulfuretos maciços (maioritariamente pirite). (Extraído: de Oliveira, <i>et al</i> , 2013, p.5) -	10
Fig. II.3 – Percolado de rejeito de carvão, no rio Sangão, região de Criciúma, no Brasil. (Extraído: de Buzzi, 2012, p.32) -----	12
Fig. II.4 – Impacte de percolado de rejeito de carvão no rio Sangão, região Criciúma, no Brasil. (Extraído: de Buzzi, 2012, p.32) -----	12
Fig. II. 5 -Representação esquemática da formação da DAM-----	13
Fig. II.6 – Folhas com clorose (cor acastanhada). Disponível em <a href="http://www.aquahobby.com/articles/b_nutricao_vegetal.php">http://www.aquahobby.com/articles/b_nutricao_vegetal.php</a> -----	16
Fig. III.1 – O V epistemológico de Gowin. (Extraído: de Moreira, 2006, p. 63)-----	24
Fig. III.2 - V de <i>Gowin</i> da escola adaptado pela professora estagiária-----	24
Fig. IV.1 - Apresentação do cenário sócio-científico à turma do 7.º Ano. -----	28
Fig. IV.2 - Orientação da professora estagiária por grupo de trabalho colaborativo.---	28
Fig. IV.3 - Gobelés com solução de ácido sulfúrico (pH 1.5) e água potável. -----	31
Fig. IV.4 - Vaso 2 regado com a solução de ácido sulfúrico (pH 1.5). -----	31
Fig. IV.5 - Planta de alface regada com água potável. -----	31
Fig. IV.6 - Planta de alface regada com ácido sulfúrico (pH 1.5)-----	31
Fig. IV.7 - Mediação da professora estagiária no preenchimento do V de <i>Gowin</i> . ----	32
Fig. V.1 - Mapa de Conceitos de referência -----	34
Fig. V.2 - Representação gráfica das classificações do Mapa de Conceitos, por aluno, em percentagem. -----	35
Fig. V.3 - Mapa de Conceitos avaliado com a menção de <i>Muito Bom</i> , do aluno L-----	37
Fig. V.4 - Mapa de Conceitos avaliado com a menção de <i>Insuficiente</i> , do aluno B.---	37
Fig. V.5 - V de <i>Gowin</i> modelo utilizado na correção e avaliação do respetivo relatório dos alunos.-----	38
Fig. V.6 - Representação gráfica das classificações obtidas no V de <i>Gowin</i> , por aluno, em percentagem. -----	39
Fig. V.7 - V de <i>Gowin</i> avaliado com menção de <i>Bom</i> , do aluno H.-----	40



## Índice de Tabelas

Tabela II.1- Contextualização curricular da investigação em estudo. (Adaptado de DGE, 2014, p. 16). -----	6
Tabela II.2 - Uma síntese das principais utilizações de alguns recursos minerais. (Adaptado de Nunes, 2010, p.6).-----	8
Tabela II.3 – Produção (toneladas em mil €), no período 2008-2011 em pedreiras no distrito do Algarve (Retirado de Jesus, 2013, p.24).-----	8
Tabela II.4 – Tabela representativa de alguns minerais do grupo dos sulfuretos comuns em escomboreiras. (Adaptado de Carvalho, 2011, p.15). -----	11
Tabela II.5 – Elementos-traço essenciais e não essenciais à vida das plantas e animais. (Adaptado de Bianchin, 2011, p.5). -----	14
Tabela III.1 - Descrição geral das etapas da I & D segundo Walter Dick e Lou Carey. (Adaptado de Gall, <i>et al</i> , 2003, p. 570).-----	21
Tabela III.2 – Características da amostra de estudo -----	22
Tabela III.3 - Graus de envolvimento do observador vs tipo de participação no mundo observado. (Adaptado de Spradley,1980, p.60).-----	23
Tabela V.1 - Lista de conceitos fornecida aos alunos para auxiliar o preenchimento do Mapa de Conceitos. -----	33
Tabela V.2 - Tabela organizadora dos conceitos, níveis e exemplos do Mapa de Conceitos sobre Exploração Mineira e respetivos critérios de avaliação. -----	34
Tabela V.3 - Classificações finais e cotações,por critério específico de avaliação, relativos aos Mapas de Conceitos preenchidos, na segunda aula, no programa de intervenção científico-didático. -----	35
Tabela V.4 - Classes de distribuição das menções qualitativas relativas aos resultados dos Mapas de Conceitos. -----	36
Tabela V.5 - Classificações finais e cotações totais, por critério específico de avaliação relativos ao relatório V de <i>Gowin</i> preenchidos, na terceira aula, no programa de intervenção científico-didático.-----	38
Tabela V.6 - Classes de distribuição das menções qualitativas relativas aos resultados do relatório V de <i>Gowin</i> . -----	40
Tabela V.7 - Grelha de observação correspondente ao desempenho dos alunos aquando o preenchimento do Mapa de Conceitos. -----	41
Tabela V.8 - Grelha de observação correspondente ao desempenho dos alunos aquando o preenchimento do V de <i>Gowin</i> . -----	42
Tabela V.9 - Agrupamento dos dados e resultados referentes às duas grelhas de observação (Mapa de Conceitos e V de <i>Gowin</i> ). -----	43

## CAPÍTULO I - Introdução Geral

O Plano de Estudos do Curso de Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia no 3ºCiclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Faculdade de Ciências do Porto (MEBG) estabelece a elaboração de um Projeto de Investigação Educacional, no âmbito da Unidade Curricular Projeto. A aplicação desta investigação consiste em empregar conteúdos, metodologias e estratégias de ensino estudadas ao longo do referido curso de Mestrado, durante o ano letivo 2013/2014, bem como desenvolver práticas de docência. Para tal, foi realizada uma investigação educacional, intitulada: *“Alguns riscos associados à exploração mineira que interferem na vida animal e vegetal”*, no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada (PES), da Iniciação à Prática Profissional (IPP) que será objeto de elaboração de um documento designado por Relatório de Estágio (RE).

A organização do Projeto obedeceu a uma estrutura de “projeto de investigação” definida por cada Orientador, que, neste caso, particular esteve sob as Orientações Tutoriais da Professora Doutora Clara Vasconcelos e do Professor Doutor Luís Calafate da Faculdade de Ciências do Porto. Esta investigação foi desenvolvida ao longo do ano letivo de 2014/2015, na Escola Secundária Fontes Pereira de Melo, localizada no concelho do Porto, sob a orientação da Professora Cooperante Sandra Ferraz.

Na seleção da temática para o corrente projeto, teve-se em conta o encadeamento de duas áreas disciplinares a Biologia e a Geologia, assim como a inserção nos conteúdos curriculares, designadamente os conteúdos referentes ao 7º ano de escolaridade, inerentes à PES. Isto deve-se ao facto de estes constituírem um ponto de apoio fundamental para um processo de ensino e para um processo de aprendizagem mais estruturado e planeado.

### I.1 Justificação do Estudo

Nos últimos anos tem-se assistido a grandes alterações nos campos da ciência e da tecnologia, possibilitando mudanças significativas na produção de conhecimento, bem como nos processos de aprendizagem.

O conhecimento, por sua vez, não consiste apenas em aprendizagens adquiridas através da vivência de situações do quotidiano (conhecimento adquirido fora da escola), comporta também desenvolvimento e ampliação de um conjunto de competências que irão permitir aos alunos dar resposta a este tipo de situações. É aqui, que a Educação em Ciências pode e deve intervir e, por inerência, o professor através da implementação de estratégias de ensino e de aprendizagem inovadoras, que no seu conjunto desenvolvem no aluno o espírito crítico e a capacidade de

raciocinar com lógica. Estas competências permitirão, aos alunos, analisar as informações recebidas quer sobre o avanço da ciência, quer sobre o avanço da tecnologia, contribuindo assim para a formação de cidadãos críticos e participativos nas decisões da sociedade.

Assim, este trabalho surge da necessidade e interesse em desenvolver nos alunos competências de raciocínio científico e de resolução de problemas do quotidiano, de modo a que estes, no futuro, apresentem a capacidade de mobilizar os conceitos científico-tecnológico da aula para situações diárias, bem como para outras experiências de aprendizagem (Vaz, 2011). Face a este interesse, o estudo alusivo a *“Alguns riscos associados à exploração mineira que interferem na vida animal e vegetal”*, cuja intervenção pedagógica foi realizada ao nível do 7º ano do 3º ciclo do Ensino Básico, procura ensinar e explicar aos alunos o modo como este tipo de exploração pode afetar o ambiente.

A indústria mineira pode originar problemas, quer ao nível da poluição atmosférica, de perturbações ecológicas e paisagísticas, quer ao nível da contaminação química da água e do solo, sendo este último, para o presente estudo, o impacte ambiental de interesse. Neste último contexto, os problemas de ordem química são os mais preocupantes, pois promovem desequilíbrios nos balanços químicos naturais, os quais são potencialmente nefastos para o ambiente (Rolo, 2007). Isto deve-se ao facto de nos locais de mineração, os minérios e as rochas conterem sulfuretos que na presença de água e do oxigénio reagem entre si, produzindo ácido sulfúrico (Gaikwad & Gupta, 2007). Como consequência desta reação, surge um escoamento/drenagem ácida, com um valor de pH muito baixo, que dissolve os elementos químicos tóxicos constituintes das rochas (Rolo, 2007), tais como, o níquel, o cobre, o cobalto, o zinco, o manganês, o molibdénio, o arsénio, o antimónio, entre outros (Lapakko, 2002), causando consequências nefastas na fauna e flora do meio (Rolo, 2007).

Seguindo esta linha de pensamento, o presente estudo justifica-se pela necessidade de ensinar aos alunos a importância da preservação e valorização da biodiversidade em locais que, ao longo do tempo, sofreram várias alterações, devido à ação antrópica. Por outro lado, irá também potenciar nos discentes a capacidade de intervirem, criticamente nas decisões da sociedade, como cidadãos ativos, no que concerne à adoção de medidas de valorização da fauna e flora dos locais afetados.

## I.2 Problema de Investigação

A extração mineira é uma de muitas atividades antrópicas que tem contribuído, nos últimos cem anos, para a degradação ambiental. Neste tipo de atividade são muitos os riscos associados à sua intervenção. Estes podem proceder da aplicação

de explosivos, da presença de gases tóxicos, da utilização de máquinas e equipamentos, da possibilidade da ocorrência de incêndios ou ainda da presença de águas subterrâneas, os quais no seu conjunto, constituem tipologias de riscos intrínsecos à atividade mineira.

Para uma melhor perceção da definição de risco ao nível desta indústria, este é definido segundo Pino, (citado em Gonçalves, 2012, p.131) como “ *uma característica física ou química de um material, processo ou instalação que tem o potencial de causar danos às pessoas e ao ambiente*”. Nesta linha de pensamento, um dos riscos ambientais mais preocupantes é a consequência de atividades mineiras que envolvem a contaminação por metais pesados, originando drenagens de águas ácidas para as linhas de água. Desta forma ocorre dispersão de metais, contaminação das águas superficiais e dos solos (Gonçalves, 2012).

Neste sentido surge o problema de investigação que norteia este trabalho: “*Quais os riscos de contaminação de águas associados à exploração mineira que podem interferir na vida animal e vegetal*”?

### I.3 Objetivos de Investigação

De acordo com o problema de investigação, os objetivos definidos para este estudo foram elaborados tendo em consideração:

- um objetivo do domínio concetual;
- dois objetivos do domínio educacional;
- um objetivo do domínio profissional.

Como objetivo do domínio concetual prende-se com o: explicar a influência da exploração mineira na flora e fauna. A elaboração deste objetivo foi fundamentada segundo a meta curricular: compreender o contributo do conhecimento geológico para a sustentabilidade da vida na Terra, das Metas Curriculares de Ciências Naturais do Ensino Básico - 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos de escolaridade (DGE, 2014).

Como objetivos do domínio educacional pretende-se promover o raciocínio científico através da metodologia de ensino Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) e saberes educacionais ao nível da temática *Terra em Transformação*.

O objetivo do domínio profissional incide no avaliar a aplicação da ABRP, nos processos de ensino e de aprendizagem, analisando o seu contributo para o desenvolvimento profissional docente.

### I.4 Organização do Trabalho

Este trabalho de investigação educacional, compreende seis capítulos, cujo conteúdo se sumaria em seguida.

## **Capítulo I – Introdução Geral**

Neste capítulo faz-se uma breve introdução à fundamentação do estabelecimento do Projeto de Investigação Educacional, ao nível do MEBG, seguindo-se o problema de investigação no âmbito dos ambientes de drenagem ácida, tendo por base três tipologias de objetivos de investigação.

## **Capítulo II – Enquadramento Científico e Educacional**

Este capítulo diz respeito ao enquadramento científico-educacional da investigação em estudo. É dado destaque às temáticas a abordar, bem como a sua inclusão no contexto das Metas Curriculares do Ensino Básico de Ciências Naturais, nomeadamente as do 7º ano de escolaridade. A abordagem da temática desta investigação envolve, essencialmente, a ação dos produtos químicos resultantes da exploração mineira que, no seu conjunto, contribuem para a formação e evolução das águas de drenagem ácida, bem como, as consequências nefastas que daí advêm causando alterações no equilíbrio da fauna e flora do meio circundante. Refere-se ainda sobre a importância do conhecimento geológico para a sustentabilidade da vida na Terra. Para finalizar o capítulo em questão, é feita uma abordagem à metodologia de ensino aplicada neste estudo, designadamente a ABRP.

## **Capítulo III – Metodologia de Investigação**

No capítulo três é dado relevo à caracterização e classificação da Investigação que quanto ao propósito está incluída na categoria Investigação & Desenvolvimento. Também é apresentada uma caracterização da amostra onde se faz referência ao número de indivíduos da turma, quer do sexo masculino quer do sexo feminino e à faixa etária a que pertencem. Apresentam-se, ainda, as técnicas e instrumentos de investigação adotados ao estudo.

## **Capítulo IV – Implementação do Estudo**

Neste capítulo são feitas considerações sobre a metodologia de ensino aplicada, as planificações elaboradas, os instrumentos de investigação criados e a dinâmica da prática pedagógica, durante a implementação da metodologia da ABRP.

## **Capítulo V – Resultados e Discussão**

Neste capítulo são apresentados os resultados da implementação da metodologia da ABRP, bem como a discussão dos mesmos. Aquando a discussão foi tido em conta uma análise conjunta dos dados obtidos na aplicação dos instrumentos de investigação mencionados no capítulo três. Termina-se referindo as dificuldades e limitações da investigação realizada.

## **Capítulo VI - Conclusões**

O capítulo VI apresenta as conclusões da investigação desenvolvida e a sua implicação para o Ensino das Ciências Naturais. É ainda feita referência ao contributo da metodologia da ABRP no desenvolvimento profissional da carreira docente.

Em apêndices encontram-se os instrumentos de investigação aplicados no estudo.

## CAPÍTULO II - Enquadramento Científico e Educacional

Como forma de aproximar os processos da educação escolar das realidades concretas do quotidiano, de seguida apresentam-se os princípios que orientam e justificam a seleção dos conteúdos em estudo neste trabalho.

### II.1 Contextualização Curricular

No que diz respeito à contextualização curricular esta está incluída nas Metas Curriculares do Ensino Básico, para a disciplina de Ciências Naturais, dos 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos. Estas metas encontram-se distribuídas por ano de escolaridade, respeitando a seguinte ordem: domínio (corresponde à unidade temática), subdomínio (corresponde a agrupamentos de menor inclusão), objetivo geral (corresponde à aprendizagem pretendida) e descritor (indica desempenhos observáveis que os alunos deverão revelar) (DGE, 2014). Assim e tendo em conta as Metas Curriculares do Ensino Básico, o nosso trabalho, encontra-se contextualizado como se pode observar na Tabela II.1.

Tabela II.1 - Contextualização curricular da investigação em estudo. (Adaptado de DGE, 2014, p. 16).

Ciências Naturais - 7º Ano de escolaridade	
<b>Domínio</b>	Terra em Transformação.
<b>Subdomínio</b>	Ciência Geológica e Sustentabilidade da Vida na Terra.
<b>Objetivo Geral</b>	Compreender o contributo do conhecimento geológico para a sustentabilidade da vida na Terra.
<b>Descritor</b>	Relacionar o ambiente geológico com a saúde e a ocorrência de doenças nos animais e nas plantas que vivem nesse mesmo ambiente.

Esta contextualização (Tabela II.1) é o cerne deste Relatório de Estágio e retrata a organização e a forma de abordagem ao domínio *Terra em Transformação*.

### II.2 Temática: Terra em Transformação

A temática Terra em Transformação faz parte do único domínio do programa curricular de Ciências Naturais do 7º ano de escolaridade e envolve o estudo dos subdomínios: *Dinâmica externa da Terra*; *Dinâmica interna da Terra*; *Consequências da dinâmica interna da Terra*; *A Terra conta a sua História* e *Ciência Geológica e Sustentabilidade da Vida na Terra*, sendo este último o subdomínio de referência nesta pesquisa. Neste subdomínio, abordam-se algumas atividades antrópicas, nomeadamente, a agricultura, a construção e expansão urbana, a desflorestação, as atividades extrativas e a gestão de resíduos, entre outras, que provocam alterações na superfície terrestre afetando os componentes do planeta. O estudo destas

atividades, neste ano de escolaridade, surge no sentido de consciencializar os alunos sobre o impacto causado pela ação humana ao nível do ambiente, saúde e sustentabilidade da vida na Terra (Antunes, Bispo, & Guindeira, 2014).

Deste modo, o subcapítulo que se segue explora um caso particular das atividades extrativas, a exploração mineira.

### II.2.1 Os Impactes da Exploração Mineira na Vida Animal e Vegetal

A formação do solo é um dos maiores componentes do ciclo geológico. Esta formação deriva da composição mineral de rochas (ígneas, sedimentares ou metamórficas) que fazem parte da geologia de um determinado local, que comumente contém a composição química de origem para a formação do solo de uma determinada região. Estas rochas, pela ação de processos geológicos (vulcanismo, sismos, metamorfismo, intemperismo etc), de forças físicas naturais (vento, gravidade) e do clima, são alteradas na sua composição mineralógica de origem, e decompostas em partículas menores que, quando combinadas, formam o solo. A formação do solo inclui ainda a presença de matéria orgânica oriunda dos organismos existentes na região. Este processo de formação poderá demorar 10 a 10 mil anos, (Anderson, 2007).

Todavia, o solo, quando modificado, constitui um dos recursos naturais<sup>1</sup> mais instáveis do planeta, ou seja, quando a sua camada protetora é retirada, fica mais exposto e sujeito à erosão. Este facto aumenta significativamente a probabilidade de remoção de material do solo do que se este estivesse coberto. Deste modo, os solos são corpos dinâmicos naturais, cujas características são decorrentes das combinações de influências que recebem. Estas influências não são apenas de origem natural, podendo também derivar da atividade humana, nomeadamente da exploração mineira.

#### A atividade da exploração mineira

A exploração mineira, ou mineração, é um termo que envolve processos, atividades e indústrias cujo objetivo é a extração de produtos a partir de depósitos minerais. Nos últimos tempos, esta tem sido aplicada na extração de minérios (agregado de minerais, rico em um determinado mineral ou elemento químico), rochas (ornamentais ou industriais) que, no geral, apresentam grande valor económico (Rolo, 2007), devido às várias finalidades e aproveitamentos que apresentam (Tabela II.2) (Nunes, 2010).

---

<sup>1</sup> Recursos naturais são matérias e energia que a natureza coloca à disposição do Homem, para sua transformação ou uso direto, de modo a possibilitar sobrevivência e qualidade de vida. Existem duas classes de recursos naturais, nomeadamente: os renováveis (que a natureza repõe) e os não renováveis (os que a natureza não repõe ao tempo da escala humana) (Leite, Berti, & Ribeiro, 2007).



Tabela II.2 - Uma síntese das principais utilizações de alguns recursos minerais. (Adaptado de Nunes, 2010, p.6).

Produtos (minerais)	Utilizações
<b>Minérios: Ferro (Fe), Cobre (Cu), Ouro (Au), Tungstênio (W) etc.</b>	Produção de metais
<b>Rochas Ornamentais: Mármore, Calcários, Granitos.</b>	Construção, pavimentos e revestimentos, decoração, arte fúnebre
<b>Rochas Industriais: Calcários, Granitos, Basaltos, Areias.</b>	Construção Civil, obras públicas, produção de cal, rações para animais
<b>Argilas, Caulinos, Feldspatos.</b>	Indústria farmacêutica, indústria cerâmica, vidreira
<b>Margas (calcário).</b>	Indústria do cimento
<b>Carvões, Petróleo, Minérios de Urânio.</b>	Matérias-primas energéticas
<b>Fluidos naturais quentes.</b>	Produção comercial de energia
<b>Quartzo (SiO<sub>2</sub>).</b>	Indústria vidreira, novas tecnologias

De modo a demonstrar a importância económica da exploração mineira, a Tabela II.3 apresenta a produção (toneladas e mil euros) em pedreiras da região do Algarve por produto extraído, no período de 2008-2011 (Jesus, 2013).

Tabela II.3 – Produção (toneladas em mil €), no período 2008-2011 em pedreiras no distrito do Algarve (Retirado de Jesus, 2013, p.24).

Produto extraído	2008		2009		2010		2011	
	toneladas	mil €	toneladas	mil €	toneladas	mil €	toneladas	mil €
Areia comum	266.333	2.022	100	1	6.797	34	12.797	75
Areia especial	43.402	217	0	0	9.900	50	9.814	43
Argila comum	57.240	89	74.592	116	33.683	69	47.652	97
Calcário e marga p/ cimento	0	0	753.921	935	1.244.677	973	583.165	489
Calcário para a construção civil e obras públicas	5.810.596	22.894	3.790.091	16.163	2.415.740	11.308	2.045.700	8.114
Calcário p/ calçada	0	0	0	0	685	26	756	63
Calcário p/ fins ornamentais	11.023	395	8.581	384	5.771	237	169	1
Calcário rústico	0	0	0	0	8	1	0	0
Gesso pardo	28.165	57	46.320	86	15.339	49	28.338	101
Mármore ornamental	0	0	0	0	0	0	119	3
Sienito nefelinico p/ construção civil e obras públicas	151.519	884	96.054	578	16.741	100	23.682	166
Sienito nefelinico p/ calçada	0	0	0	0	0	0	2.259	59
Sienito nefelinico p/ fins ornamentais	44.358	1.406	51.667	2.264	45.910	3.025	70.160	3.690
Xisto p/ a indústria transformadora	95.270	268	54.191	173	51.014	250	13.916	89
<b>Total</b>	<b>6.507.907</b>	<b>28.230</b>	<b>4.875.518</b>	<b>20.700</b>	<b>3.846.264</b>	<b>16.124</b>	<b>2.838.526</b>	<b>12.990</b>

Na exploração mineira estão envolvidas etapas de perfuração e detonação, que desencadeiam a fragmentação da rocha e, quando necessário, de cominuição do mineiro, até que este atinja um tamanho apropriado. Contudo, estas etapas podem ser realizadas quer em ambiente exposto à superfície quer em ambiente confinado. Quando a mineração de um depósito mineral é efetuada ao nível da superfície terrestre, esta metodologia é denominada de lavra a céu aberto (Figura II.1).



Fig. II.1 – Lavra a céu aberto na região de Kennecott-USA. (Extraído: Carli, 2013, p. 9.)

Por outro lado, quando a exploração mineira é efetuada abaixo da superfície da terra (ambiente confinado) é designada por lavra subterrânea.

Porém, a aplicação destas metodologias, bem como a interrupção ou decréscimo da exploração mineira tiveram, e continuam a ter, efeitos devastadores no ambiente e na saúde pública. Seguindo esta linha de pensamento e, não obstante a importância deste tipo de exploração, a atividade mineira pode promover o aparecimento de impactes ambientais, através da interação entre diferentes elementos, nomeadamente os de natureza física, química e biológica (Rolo, 2007).

Segundo Saviour (2012), os impactes ambientais provocados pela mineração ocorrem ao nível da degradação do solo, da subsidência de terrenos, da provocação de incêndios e da desflorestação. Como consequência, ocorrem desequilíbrios graves ao nível ecológico, uma vez que há destruição do habitat e consequentemente da biodiversidade. Para além do mencionado, a extração mineira envolve ainda processos de extração de minérios e minerais, que por serem tóxicos, poderão provocar impactes ambientais ao nível da contaminação de águas superficiais e subterrâneas (lençóis freáticos). Nestas circunstâncias, a exploração dos recursos minerais é sobreposta à qualidade de vida e sobrevivência dos recursos biológicos e, consequentemente provoca uma poluição ambiental generalizada.

No entanto e para uma melhor perceção das consequências da exploração mineira, encontra-se narrado alguns efeitos deste tipo de atividade.

### Inconvenientes da exploração mineira

Desde os nossos antepassados que o Homem explora os depósitos de minérios, onde procurava o melhor aproveitamento das jazidas, com base em critérios essencialmente económicos. Todavia, a ausência ou défice de medidas interventivas no sentido de minimizar os impactes ambientais provocados durante ou após o fim da mineração, têm contribuído para o aparecimento de situações de perigosidade ambiental, através da dispersão de diversos elementos químicos no ambiente e a consequente contaminação de áreas, por vezes, consideráveis (Sanches, 2012). Pelo exposto, é fundamental que neste tipo de exploração não seja apenas tido em conta os critérios essencialmente económicos, mas também critérios de sustentabilidade, através dos quais o Homem deverá valorizar e preservar o uso racional (idealmente sustentável) do mundo natural (Rodrigues & Fonseca, 2008) adotando práticas mais racionais na utilização dos recursos naturais (Medina, *et al.*, 2007). Segundo Saviour (2012), é essencial a restauração ecológica, a regeneração de minas e dos terrenos baldios, e a aplicação de uma extração e utilização criteriosa dos recursos geológicos, com busca a substitutos e alternativas de modo a fornecer um menor impacte da mineração no ecossistema humano.

A título exemplificativo, podemos considerar o caso particular da Faixa Piritosa Ibérica (FPI), (Figura II.2), especialmente em Portugal, onde a exploração mineira foi uma atividade importante para o desenvolvimento socioeconómico da região durante os séculos XIX e XX.

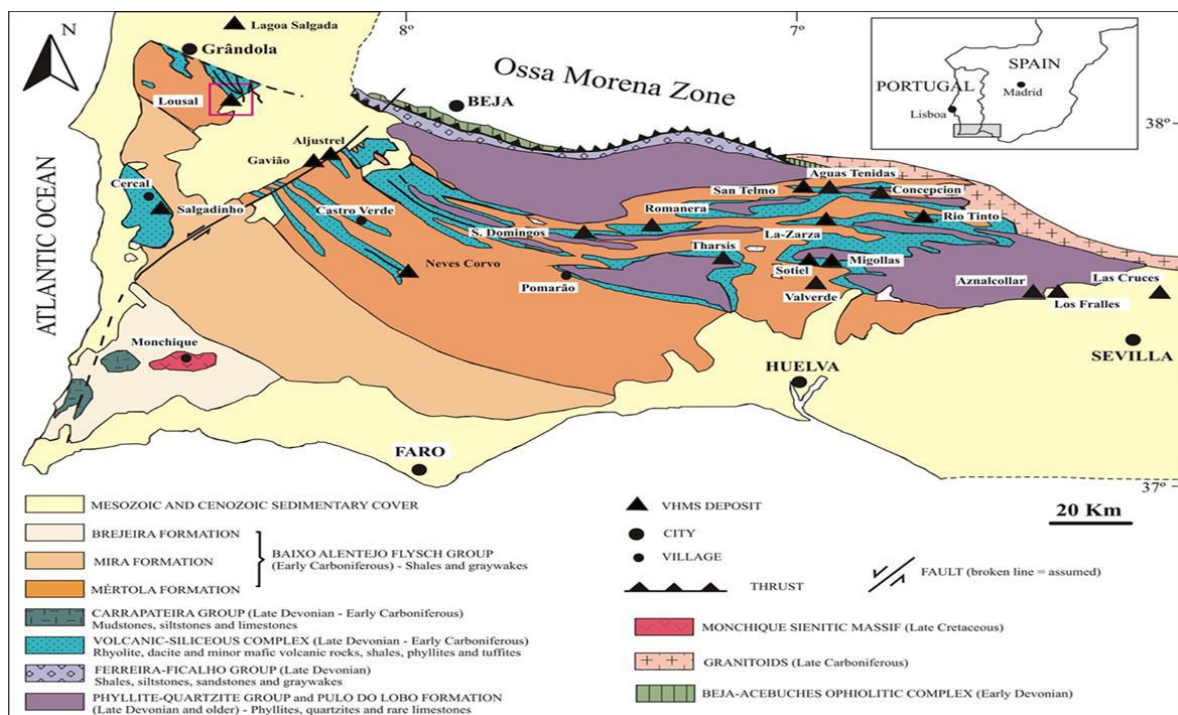


Fig. II.2- Mapa geológico da Faixa Piritosa Ibérica, onde inclui, por exemplo, a antiga mina de pirite do Lousal, que laborou continuamente entre 1900 e 1988 explorando sulfuretos maciços (maioritariamente pirite). (Extraído de Oliveira, *et al.*, 2013, p.5.)

Após intensa atividade extrativa, até meados do século XX, a céu aberto ou em lavra subterrânea, a maioria das minas da FPI foram encerradas sem qualquer tipo de planeamento e implementação de programas de minimização dos impactes ambientais. Todas estas características associadas à exploração e abandono da atividade mineira são pouco favoráveis ao desenvolvimento da vegetação, devido a produzirem diversos fatores de stresse ao nível celular (Santos & Macías, 2011).

Atualmente são conhecidas, em Portugal, cerca de noventa áreas mineiras abandonadas, tendo apenas algumas destas sido submetidas a processos de remediação ou recuperação ambiental. O abandono destas minas promove a acumulação de resíduos em escombreciras<sup>2</sup>, em muitos casos, de elevada volumetria, que provocam consideráveis impactes nas águas, sedimentos e solos da área de exploração e sua envolvente (Sanches, 2012).

Deste modo, é fundamental preservar e valorizar os locais que incluem zonas de mineração que, ao longo do tempo e pela ação antrópica, sofreram várias modificações, as quais, segundo Rolo (2007), constituem impactes ambientais que podem ocorrer ao nível da poluição atmosférica (emanação de gases sulfurosos para a atmosfera que podem, posteriormente, ser transportados até grandes distâncias do local de origem), das perturbações ecológicas (grande perda de habitat visto que, para a extração de minério, é necessário fazer escavações e construir infraestruturas.) e paisagísticas (acumulação de produtos estéreis e de rejeitados da extração) e ao nível da contaminação das águas e dos solos.

No último impacte ambiental referido, a exploração mineira é responsável pela presença de elementos químicos, que em concentração elevada, podem dispersar-se, através das águas, por várias fases constituintes do solo, ficando assim disponíveis para os organismos vivos, contaminando deste modo o ambiente (Abreu, Santos, Magalhães, & Nabais, 2009). Para além disto, as escombreciras podem conter sulfuretos, ou seja, combinação do enxofre em estado de oxidação  $S^{2-}$  com um elemento químico ou um radical (Tabela II.4) que, na presença de água, oxidam originando efluentes mineiros de drenagem ácida (Simões, 2012).

Tabela II.4 – Tabela representativa de alguns minerais do grupo dos sulfuretos comuns em escombreciras. (Adaptado de Carvalho, 2011, p.15).

Mineral do grupo dos sulfuretos	Pirite	Pirrotite	Calcopirite	Arsenopirite	Blenda	Galena
Fórmula química	$FeS_2$	$Fe_{1-x}S_2$	$CuFeS_2$	$FeAsS$	$ZnS$	$PbS$

A drenagem ácida de minas (DAM) age como agente lixiviante dos minerais presentes no resíduo produzindo um percolado (líquido turvo), (Figura. II.3 e II.4), rico em metais dissolvidos e ácido sulfúrico (Borma & Soares, 2013).

<sup>2</sup> Escombrecira é o local onde, numa exploração mineira, se acumulam os fragmentos de rocha que não têm interesse económico, denominados por ganga (Berg, *et al.*, 2014).





Fig. II.3 – Percolado de rejeito de carvão, no rio Sangão, região de Criciúma, no Brasil. (Extraído de Buzzi, 2012, p.32.)



Fig. II.4 – Impacte de percolado de rejeito de carvão no rio Sangão, região de Criciúma, no Brasil. (Extraído de Buzzi, 2012, p.32.)

Tomando como exemplo a pirite, o processo de geração de DAM pode ser representado de forma simplificada pela equação:  $2\text{FeS}_2 + 7,5 \text{O}_2 + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 4\text{H}_2\text{SO}_4$  (Bianchin, 2011).

Este percolado, através da contaminação das águas, pode provocar uma série de efeitos toxicológicos nos ecossistemas aquáticos, tais como mortalidade, crescimento desordenado, diminuição nas taxas de reprodução, deformações e lesões nos organismos (Buzzi, 2012). A ocorrência da DAM é comum em locais de extração de ouro, carvão, cobre, zinco ou urânio, entre outros (Borma & Soares, 2013). Para além dos efeitos anteriores, também representa um risco acrescido pela potencial dissolução de fases sólidas e libertação de elementos químicos que podem conduzir à contaminação de sedimentos e solos (Simões, 2012). Para finalizar, a DAM apresenta uma ocorrência comum, quer em locais de exploração mineira quer nas áreas circundantes, visto que os sulfuretos fazem parte de uma importante classe de minerais de interesse deste tipo de indústria (Carvalho, 2011).

### As consequências da exploração mineira na vida das plantas e animais

Como já foi referido anteriormente, a DAM pode provocar uma série de efeitos toxicológicos nos ecossistemas aquáticos, tais como mortalidade, crescimento desordenado, diminuição nas taxas de reprodução, entre outras (Buzzi, 2012). Assim, e para uma melhor compreensão dos efeitos deste processo na flora, em determinadas condições ambientais, quando há circulação de águas através das massas de sulfuretos, ocorre a formação de águas ácidas que podem alcançar valores de pH inferiores a 3. Este processo de acidificação das águas, como já é sabido, engloba uma série de mecanismos complexos que, em síntese, resultam na oxidação dos sulfuretos, libertando ácido sulfúrico, hidróxido de ferro e os metais que fazem parte das estruturas desses minerais (Carvalho, 2011).

Por este motivo, os solos nas proximidades das explorações mineiras poderão apresentar-se desprovidos de qualquer tipo de vegetação (Simões, 2012). Esta ausência de vegetação pode ser explicada pela circulação de águas acidificadas no

meio, a qual pode dificultar o desenvolvimento de uma cobertura vegetal espontânea nas áreas circundantes, como também por teores elevados de elementos-traço, provenientes da exploração mineira. No sentido de possibilitar uma melhor compreensão sobre a DAM, a figura II.5 apresenta esquematicamente a sua formação e locais comuns da sua origem.

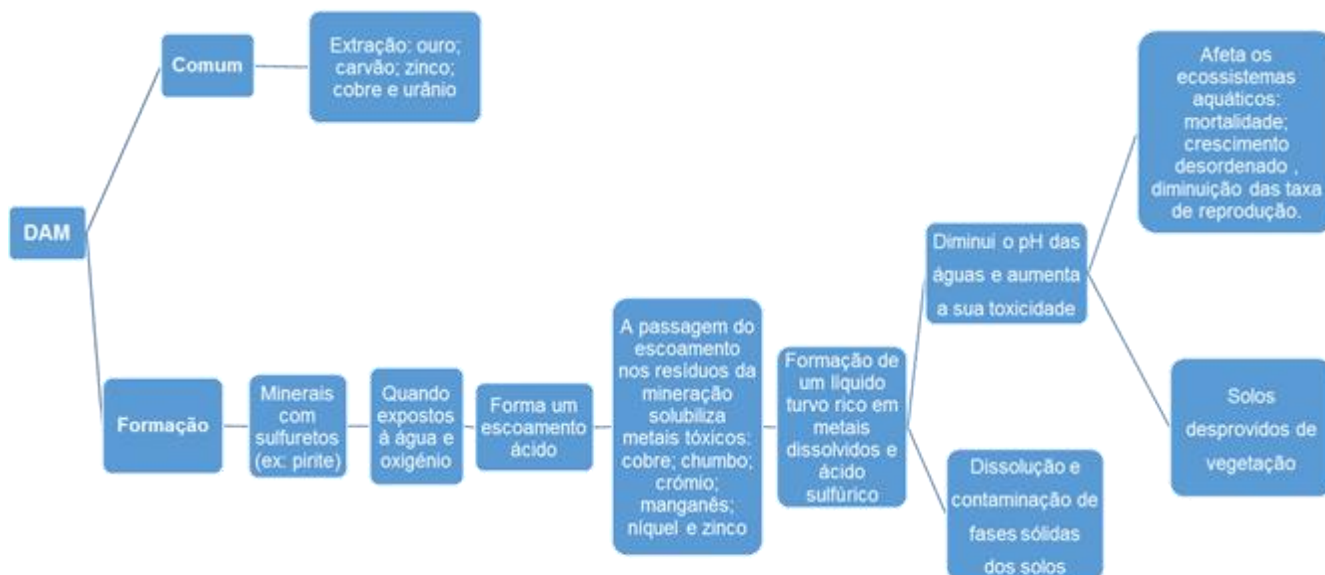


Fig. II. 5 -Representação esquemática da formação da DAM.

O termo elemento-traço tem sido usado para definir metais catiónicos e oxoanões presentes em baixas concentrações (usualmente  $<0,1 \text{ dag kg}^{-1}$ ) em solos e plantas, muito embora o alumínio, o ferro e o titânio, os quais ocorrem em concentrações mais elevadas na litosfera (principalmente em ecossistemas tropicais) também sejam denominados, por alguns autores, como elementos-traço. Este termo tem sido preferido em diversas publicações recentes que tratam desse assunto em detrimento da expressão metal pesado. Dependendo das características e concentrações que os elementos-traço dispõem no meio, estes podem ser considerados como essenciais ou não essenciais (Guilherme, 2014), em que estes últimos (não essenciais) aparecem na natureza como poluentes<sup>3</sup>, designadamente o cádmio (Cd), o mercúrio (Hg) e o chumbo (Pb). Por outro lado, os elementos-traço considerados essenciais podem, também, contribuir para o aumento da toxicidade do meio. Este tipo de situação surge quando a presença de certos metais pesados, como o cobre (Cu) e o zinco (Zn), que são essenciais para o normal desenvolvimento das plantas, se encontram perante concentrações elevadas no ambiente, tornando-se tóxicos, quer para as plantas, quer para outros organismos e animais, incluindo o Homem. Para além do referido, uma vez presentes no ambiente, não se degradam

<sup>3</sup> O termo poluente define uma substância química ou material fora do seu local de origem, em concentração acima do normal, que causa efeitos adversos em qualquer organismo do meio circundante (Guilherme, 2014).

permanecendo no mesmo durante centenas de anos, afetando solos, águas, plantas e animais. Ou seja, os organismos sofrem bioacumulação, o que significa que ocorre incorporação de contaminantes e sua acumulação no organismo, estando, alguns contaminantes em formas mais suscetíveis de serem assimilados por uns organismos do que por outros (Simões, 2012).

Para além dos elementos-traço anteriormente caracterizados, o arsénio também é um elemento tóxico para os animais e para a maioria das plantas embora pareça ser também essencial, quando em concentrações vestigiais. É frequente em mineralizações que contenham minerais de enxofre (S), tais como o realgar (AsS), ouro-pigmento (As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) ou arsenopirite (FeAsS).

Nos solos, as espécies mais comuns do arsénio são os arsenatos e os arsenitos. O arsenato, em condições que envolvem a presença de oxigénio, apresenta uma forma mais estável. Contudo, a sua mobilidade nos solos é, regra geral, relativamente baixa devido à sua capacidade para ser adsorvido (adesão de moléculas de um fluido (o adsorvido) a uma superfície sólida (o adsorvente)) pelos minerais argilosos, óxidos e hidróxidos de ferro, alumínio e manganês, carbonatos, fosfatos e matéria orgânica. No que diz respeito ao arsenito, este predomina em condições anaeróbias e é mais solúvel, fracamente adsorvido pelas fases sólidas e, por isso, mais móvel e fitotóxico do que o arsenato (Guilherme, 2014).

Entre os elementos-traço que podem estar no ambiente, os que apresentam níveis elevados de toxicidade em plantas e animais superiores são: arsénio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb), mercúrio (Hg), cobalto (Co), cobre (Cu), crómio (Cr), níquel (Ni), selénio (Se) e o zinco (Zn). Todavia, como poluentes prioritários, destacam-se o crómio, o selénio, a prata e o zinco (Bianchin, 2011).

No entanto, e para um melhor conhecimento sobre quais são os elementos-traço essenciais (necessários à vida dos organismos) ou não essenciais (não apresentam funções biogeoquímicas essenciais) à vida das plantas e animais, na Tabela II.5, encontra-se a designação desses elementos.

Tabela II.5 – Elementos-traço essenciais e não essenciais à vida das plantas e animais. (Adaptado de Bianchin, 2011, p.5).

Organismos	Elementos essenciais mas tóxicos quando em excesso	Elementos não essenciais ou elementos tóxicos
<b>Plantas</b>	Cobre, Manganês, Ferro, Zinco Molibdênio, Níquel, Boro	Arsénio, Cádmio, Mercúrio, Chumbo e Urânio
<b>Animais</b>	Cobre, Manganês, Ferro, Zinco Cobalto, Crómio, Selénio e Iodo	

Anteriormente, foi feita referência ao facto de a exploração mineira induzir o surgimento de drenagens ácidas e o aumento da concentração dos elementos-traço, na área circundante que, no seu conjunto, alteram as condições do meio envolvente. Estas alterações, por sua vez, irão afetar a vida das plantas e dos animais que aí

habitam. Todavia, nem todas as espécies vegetais apresentam o mesmo nível de sensibilidade aos elementos-traço. Mesmo para organismos da mesma espécie vegetal, a tolerância ou sensibilidade pode variar (Simões, 2012). Isto deve-se ao facto de a presença de um determinado organismo em determinado local ser explicada em função das condições ambientais dominantes e dos limites impostos pela sua herança genética (Rolo, 2007). Deste modo, os organismos que sobrevivem em locais contaminados por elementos-traço contribuem, através do sistema radicular, para a absorção e circulação destes na cadeia alimentar. Esta circulação pode ter origem, por exemplo, em acumulações destes elementos nas forragens dos animais que pela alimentação é transferida para os consumidores herbívoros, atingindo deste modo os consumidores carnívoros, concentrando estes elementos na cadeia alimentar (Simões, 2012).

No sentido de verificar quais os problemas associados à presença de elevadas concentrações de elementos-traço no meio, será elaborada uma breve descrição de alguns elementos, nomeadamente, o Chumbo, o Arsénio, o Cobre, o e o Zinco. Nesta descrição irá considerar-se as principais fontes de contaminação e os problemas originados nas plantas e animais. A seleção destes elementos provém do facto destes serem considerados tóxicos para as plantas e animais superiores, podendo de alguma forma atingir a cadeia alimentar, permanecendo nesta durante centenas de anos.

#### Breve descrição dos elementos-traço:

Chumbo – um poluente ambiental altamente tóxico que surge no ambiente a partir de atividades antropogénicas como indústria, mineração e fundição. Quando absorvido pelas plantas, cuja quantidade não é suficiente para impedir o seu crescimento, torna-as tóxicas para os animais, que são muito menos tolerantes ao chumbo do que a maioria das plantas.

Arsénio – as principais causas de contaminação dos solos são a extração mineira, as fundições, a queima de combustíveis fósseis e a aplicação de pesticidas. O arsénio não é translocado para a parte aérea da maioria das plantas, o que implica que a alimentação não é, frequentemente, causa de perigo para os animais. A toxicidade deste elemento resulta, essencialmente, pela ingestão de água contaminada com este elemento.

Cobre - é um elemento considerado essencial para as plantas e animais. Resulta, em grande parte, da poluição antropogénica. A sua toxicidade causa, nas plantas, distúrbios metabólicos, danos celulares, destruição das raízes ou mesmo a morte da planta.

Zinco - é um elemento que se apresenta distribuído uniformemente no ambiente e é considerado um elemento essencial para as plantas, animais e seres humanos. Pode ocorrer excesso deste elemento no solo, sobretudo junto a zonas mineiras,



através da aplicação de compostos orgânicos, fertilizantes e pesticidas. O zinco apresenta-se essencialmente na forma de sulfuretos simples. Todavia elevados níveis de zinco no solo podem inibir funções metabólicas das plantas, provocar um crescimento tardio, permitir o aparecimento de clorose (Figura II.6) e a coloração vermelha-arroxeadada nas folhas (Simões, 2012).



**Fig. II.6** – Folhas com clorose (cor acastanhada). Disponível em [http://www.aquahobby.com/articles/b\\_nutricao\\_vegetal.php](http://www.aquahobby.com/articles/b_nutricao_vegetal.php).

Perante este cenário e para finalizar esta temática, a exploração mineira contribui, desta forma, para a perda de biodiversidade e, consequentemente, para o desequilíbrio dos ecossistemas, tanto terrestres como aquáticos, que existem nas zonas de mineração (Rolo, 2007).

## II.2.2 O contributo do conhecimento Geológico para a Sustentabilidade da Vida na Terra

Fatores como o crescimento demográfico dos últimos 200 anos e a crescente urbanização e industrialização contribuíram para disputas na ocupação e aproveitamento dos espaços físicos (Scliar, 2013) e, para uma procura e fornecimento contínuo de recursos que a natureza dispõe (Albuquerque, 2007). Como consequência, o início do século XXI foi marcado pela busca da sustentabilidade, levando à adoção de novas práticas mais racionais na utilização dos recursos naturais, de modo a evitar desequilíbrios climáticos, poluição do ar, das águas e dos solos e uma consequente baixa da qualidade de vida de um número cada vez maior de pessoas (Medina, *et al.*, 2007).

Perante esta problemática socioambiental, surge o conceito de Desenvolvimento Sustentável, no sentido de promover modificações na mentalidade social, por uma conscientização de que a Humanidade faz parte integrante do Sistema Terra e que qualquer ação que ocorra no ambiente irá afetá-lo, quer ao nível da vulnerabilidade

dos recursos naturais, quer ao nível do facto destes mesmos recursos serem finitos (Virginio, 2012).

Seguindo esta linha de pensamento, reconhece-se a Geologia, enquanto uma das Ciências da Terra, um meio para valorizar e preservar o uso racional (idealmente sustentável) do mundo natural (Rodrigues & Fonseca, 2008). Assim, surge a Geologia Ambiental a qual através do estudo da geologia aplicada ao meio ambiente, procura investigar os problemas geológicos decorrentes da relação entre o homem e a superfície terrestre. Este campo das geociências avançou consideravelmente nos últimos 20 anos, em face da sua efetiva contribuição ao desenvolvimento sustentável do Planeta. Tem procurado estabelecer, definir e aplicar conhecimentos técnicos, instrumentos e mecanismos de gestão ambiental de modo a fornecer aos responsáveis pela organização e desenvolvimento territorial, informações integradas sobre as principais características do meio físico e seu comportamento frente às várias formas de uso e ocupação.

Tendo em conta o que foi referido, o contributo da Geologia na Sustentabilidade do Planeta pode envolver:

- a)** Estudos geoambientais (integração de dados sobre relevo, substrato rochoso, água, solos, uso e ocupação) onde fornece informações sobre os ambientes geológicos em que se formaram os terrenos, bem como as suas potencialidades naturais e limitações face ao uso e ocupação das terras.
- b)** Fornecimento de informações que permitam prevenir catástrofes atribuídas a causas naturais ou à ação do homem.
- c)** Avaliação de impactes sobre o meio físico, na recuperação de áreas degradadas, no monitoramento ambiental, em auditorias ambientais e na investigação de passivo ambiental.
- d)** Aproveitamento dos recursos minerais que têm contribuído para a economia nacional e determinada parte da ocupação do território.

Embora a mineração seja uma atividade industrial importante e necessária, pode produzir impactes ambientais nas fases de extração e, mesmo depois do fim do ciclo minerário, pelo processo de erosão, provocar a subsidência do terreno.

Neste sentido, a Geologia pode também intervir através da inclusão de estratégias na harmonização da exploração dos recursos naturais, na recuperação de danos ambientais causados pela mineração e na preservação da natureza. Deste modo, a mineração é capaz de gerar riquezas, avanço tecnológico e bem-estar social sem danificar o ambiente, mostrando que é possível conciliar a extração de recursos com as práticas ambientais recomendadas pelos especialistas, através da conservação das características próprias de cada região explorada (Medina, *et al.*, 2007).

## II.3 Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP)

A ABRP é uma metodologia de ensino, centralizada numa abordagem didática que, em inglês, é conhecida por *Problem-Based Learning* (PBL). Teve origem nas Ciências da Saúde, nos anos 60 do século passado na Universidade de *McMaster*, no Canadá. A ideia-chave desta abordagem consiste em perceber a forma como o aluno aprende conhecimentos novos e desenvolve competências diversificadas (Leite, Afonso, Dourado, Morgado, & Vilaça, 2013). Ou seja, a ABRP é uma metodologia de ensino centrada no aluno e inicia-se com a apresentação de um problema real do quotidiano (científico ou sociocientífico), cuja resolução é pessoal, social ou ambientalmente integrada. O cenário criado (ou situação-problema), real ou fictício (sendo este último baseado em dados científicos), deve promover nos alunos o questionamento e a aprendizagem de novo conhecimento à medida que tentam encontrar solução (ões), para o (s) problema (s) que lhe é (são) apresentado (s). O professor, nestas circunstâncias assume um papel de facilitador do processo da aprendizagem, promovendo a aceleração cognitiva da zona de desenvolvimento proximal de cada sujeito (conhecimento prévio). Isto é possível, pois a aprendizagem em trabalho colaborativo em grupo, permite ao professor, um melhor acompanhamento da realização das tarefas, auxiliando os alunos a sentirem-se envolvidos na construção do conhecimento. Exige, também, a maximização da aprendizagem de cada aluno no contexto de grupo e não apenas a execução de tarefas por cada elemento do grupo (trabalho de grupo) (Vasconcelos & Almeida, 2012). Assim, esta metodologia é mencionada como uma abordagem de Ensino Orientada para a Investigação (EOI), a partir da qual os alunos, em trabalho colaborativo, recolhem factos, encontram evidências, procuram soluções, argumentam, inferem e comunicam sobre os resultados investigados, evidenciando o carácter dinâmico da ciência (Vasconcelos & Torres, 2013). Neste processo de construção de novo conhecimento, é essencial a partilha da aprendizagem com os pares, pela qual os alunos desenvolvem competências de comunicação, de pensamento crítico, de tomada de decisões, entre outras, e não meramente aquisição de conhecimentos (Vasconcelos & Almeida, 2012). Assim, a ABRP é uma forma ativa pela qual os alunos aprendem habilidades básicas e adquirem novos conhecimentos através da interação com os outros (Bignell & Parson, 2010). Para além disto, permite ainda que os alunos retenham o conhecimento durante mais tempo e aperfeiçoem habilidades de autoaprendizagem (Walsh, 2005). Os discentes, perante estas circunstâncias, são construtores de novo conhecimento, uma vez que, para resolver um problema procuram o que tem que ser aprendido desenvolvendo em simultâneo o raciocínio científico (Vasconcelos & Almeida, 2012; Vasconcelos & Torres, 2013).

Neste contexto, a metodologia de ensino orientada para a ABRP surge como uma estratégia que poderá romper com a memorização de conceitos, com as apresentações de carácter magistral e com as leituras de manuais escolares propostas pelos docentes. Esta estratégia baseia-se no construtivismo didático, na qual o aluno, colocado no centro das aprendizagens escolares, deve reconstruir e apropriar-se do saber, partir do conhecido para o desconhecido, com o objetivo de compreender os princípios científicos que se encontram subjacentes ao problema e de resolver o mesmo, onde adquire uma maior autonomia na aprendizagem (Jacob, 2013). Deste modo, esta metodologia permite que o docente, através da oportunidade dos alunos fazerem investigações científicas, ensine os discentes a “saber ciência” e a adquirir habilidades (saber fazer) que, no seu conjunto, são algumas dimensões da literacia científica que importa trabalhar (Vasconcelos & Almeida, 2012).

Assim, e indo de encontro aos objetivos definidos para este trabalho, considerou-se que a aplicação desta metodologia de ensino seria uma mais-valia, uma vez que é considerada adequada para o desenvolvimento de competências, de diversa natureza, que os alunos, nas suas vidas pessoais e sociais futuras, necessitam possuir. Esta ideia foi adotada, quer pelas Orientações Curriculares do 3º ciclo do Ensino Básico, os quais consideram que a resolução de problemas deve ser encarada como ponto de partida para a aprendizagem das ciências, por parte dos alunos (Leite & Esteves, 2009).

## CAPÍTULO III - Metodologia de Investigação

Quando falamos em metodologias de investigação, consideramos a aplicação de um plano, que respeita à atividade heurística e criativa de todo um processo de investigação (Teixeira, 2008). Neste sentido, são definidos métodos (quantitativo ou qualitativo) que, através da aplicação de operações e procedimentos, podem atingir os objetivos da investigação (Gay, Mills, & Airasian, 2006). Assim, o método selecionado para esta investigação incidiu no método qualitativo indutivo, uma vez que a informação analisada foi de “forma indutiva”. Não foi procurada informação para verificar hipótese (s), o investigador foi o “instrumento” de recolha de dados (Freire, 2009) e não foi considerada a dimensão da amostra nem a generalização dos resultados (Fernandes, 2006).

### III.1 Investigação & Desenvolvimento

Tendo em conta o propósito deste estudo, este é classificado em Investigação & Desenvolvimento (I & D). Esta designação é atribuída a investigações que pretendem desenvolver produtos com determinados fins e de acordo com as especificações pormenorizadas (Gay, *et al.*, 2006).

Nesta linha de pensamento, a aplicação desta investigação surgiu no sentido de contribuir para a concretização dos objetivos propostos, nomeadamente, desenvolver saberes conceptuais na temática *Terra em Transformação*, promover o raciocínio científico através da metodologia ABRP e avaliar a aplicação da ABRP, nos processos de ensino e de aprendizagem e o seu contributo para o desenvolvimento profissional docente.

Em relação à descrição desta investigação, segundo *Dick* e *Carey*, (citado em *Gall, Gall & Borg*, 2003), este modelo apresenta-se numa versão cíclica: construir, aplicar e avaliar, onde estão incluídas dez etapas neste ciclo de I & D. Cada etapa deste ciclo está descrita na Tabela III.1.

Tabela III.1 - Descrição geral das etapas da I & D segundo Walter Dick e Lou Carey. (Adaptado de Gall *et al.*, 2003, p. 570).

Etapa	Descrição
Etapa 1	Definição dos objetivos gerais do estudo.
Etapa 2	Identificação das tarefas e procedimentos de aprendizagem, das habilidades e atitudes do aluno, que vão de encontro aos objetivos gerais.
Etapa 3	Identificação das capacidades e atitudes dos alunos.
Etapa 4	Converter os objetivos gerais em objetivos específicos.
Etapa 5	Desenvolver os instrumentos de avaliação, os quais devem estar diretamente relacionados com o conhecimento e capacidades especificadas dos objetivos específicos.
Etapa 6	Desenvolver estratégias específicas de ensino, no sentido de auxiliar os alunos a alcançar os objetivos específicos.
Etapa 7	Selecionar de materiais didáticos, como livros, manuais escolares, vídeos, artigos, bem como, os planos de aula e orientações de ensino definidas pelo docente (quando presentes).
Etapas 8, 9 e 10	Implementar avaliação formativa e/ou sumativa. A avaliação formativa é realizada durante todo o processo de desenvolvimento, e seus resultados são usados para verificar qualquer parte do trabalho realizado durante as primeiras sete etapas, enquanto a avaliação sumativa verifica se a aplicação do estudo foi eficaz, com a finalidade de melhorar a sua eficácia.

O ciclo desta investigação inicia-se com a construção de um cenário sociocientífico, segundo a metodologia de ensino a ABRP, tendo por referência os objetivos gerais deste trabalho: compreender a influência da exploração mineira na flora e fauna; promover o raciocínio científico através da metodologia ABRP e desenvolver saberes conceptuais na temática *Terra em Transformação* (etapa 1). Após a visualização do cenário, os alunos dividem-se em grupos onde será fornecida documentação teórica, no sentido de auxiliar a compreensão da problemática em estudo (etapas 2 e 7). Segue-se a etapa 3, a qual envolve a identificação das atitudes dos alunos. Para este efeito, como técnica de investigação, recorre-se à observação de modo a possibilitar um registo de tudo o que será realizado na aula. Esta técnica será abordada com mais detalhe no subcapítulo III.1.2.

Como aplicação desta investigação, irá ser desenvolvido, como recurso didático, um trabalho prático-experimental onde se pretende que o aluno esteja ativamente envolvido, nos domínios psicomotor, cognitivo e afetivo. Assim, e no sentido de converter os objetivos gerais em específicos, na etapa 4, irá ser realizado um trabalho experimental, que devido às suas características irá envolver o controlo e a manipulação de variáveis (Almeida, *et al.*, 2001). Assim e indo de encontro à problemática em estudo, define-se como variável dependente a “vida animal e vegetal”, e como variável independente, “as águas contaminadas”.

Para finalizar, surge a etapa 5, onde se procede à última fase cíclica, avaliar, através do desenvolvimento dos instrumentos de avaliação, nomeadamente a grelha de avaliação, V de Gowin e mapa de conceitos, os quais irão ser definidos no subcapítulo III.1.2.

### III.1.1 Amostra

No que diz respeito à tipologia da amostra, é uma amostra não probabilística, de conveniência, pois envolve um estudo exploratório de indivíduos disponíveis numa população, cujo resultado não pode ser generalizado (Vicente, Reis, & Ferrão, 2001). Todavia, e para uma melhor perceção da constituição amostra, segue-se a Tabela III.2. que engloba as principais características da amostra.

Tabela III.2 – Características da amostra de estudo.

Número total de indivíduos	Indivíduos sexo feminino	Indivíduos sexo masculino	Média da idade	Idade mínima	Idade máxima	Tipologia da amostra
13	8	5	13	12	16	De conveniência

Acrescente-se que, a turma utilizada é caracterizada por apresentar um comportamento irregular e um rendimento escolar pouco satisfatório, apesar de terem sido definidas, em Conselho de Turma, estratégias educativas de atuação comuns, em relação a estes aspetos.

### III.1.2 Técnicas e Instrumentos de Investigação

Técnicas de investigação constituem conjuntos de procedimentos bem definidos destinados a produzir resultados provenientes da recolha e tratamento da informação requerida pela atividade de pesquisa.

No que concerne à tipologia das técnicas de investigação, temos como alguns exemplos o inquérito por entrevista, a aplicação de inquéritos, a recolha de artefactos (V de Gowin e Mapa de Conceitos) e a observação, sendo estas duas últimas as técnicas utilizadas neste trabalho.

No que diz respeito à observação, esta seleção justifica-se pelo facto desta técnica se adequar ao estudo da realidade social, permitindo, como nenhuma outra, registar os comportamentos e os acontecimentos no próprio momento em que eles se desenrolam. Porém, a observação depende muito da subjetividade e do desempenho do investigador e difere consoante o tipo e o grau de proximidade e envolvimento do investigador relativamente ao mundo observado (Gonçalves, 2004).

Segundo Spradley (1980) o observador, consoante o grau de envolvimento no mundo observado, pode apresentar três graus de envolvimento e cinco tipos de participação como observador (Tabela III.3):



Tabela III.3 – Graus de envolvimento do observador vs tipo de participação no mundo observado. (Adaptado de Spradley, 1980, p.60).

Graus de envolvimento	Tipos de participação
<b>Elevado</b>	Completo
	Participante
	Moderado
<b>Baixo</b>	Passivo
<b>Não envolvido</b>	Não participante

Para esta investigação, dado que foi fundamental avaliar os comportamentos e atitudes dos alunos em grupo, recorreu-se à observação do tipo participante passivo (grau de envolvimento baixo), uma vez que o observador estava presente na sala de aula, no entanto, não participava ou interagia com os alunos em grande extensão (Spradley, 1980), registando os acontecimentos numa grelha de observação (instrumento de avaliação desta etapa da investigação).

No que diz respeito à técnica recolha de artefactos recorreu-se a dois instrumentos de avaliação, nomeadamente os Mapas Conceituais e o V de *Gowin*.

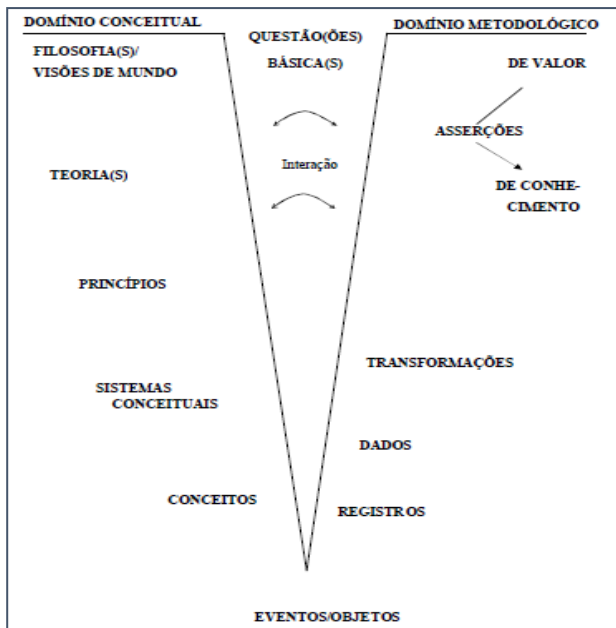
Relativamente aos Mapas Conceituais, estes são considerados como diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações de conceitos de um corpo de conhecimento (Moreira, 2006). Estas relações são representadas na forma de proposições nas quais, dois ou mais termos conceptuais, estão ligados por palavras, de modo a formar uma unidade semântica (Novak, 1984). Os Mapas Conceituais podem ser traçados para toda uma disciplina, para uma subdisciplina, para um tópico específico de uma disciplina e assim por diante. Neste sentido, reconhece-se que é uma mais-valia a utilização deste instrumento, em sala de aula, visto que auxilia no esclarecimento dos alunos, sobretudo no que concerne às relações significativas existentes entre conceitos, funcionando deste modo como um recurso à aprendizagem. Perante este cenário, os alunos, através deste recurso de aprendizagem, tiveram a oportunidade de elaborar esquemas mentais de modo a relacionar os conceitos abordados na aula.

Os mapas conceituais a elaborar pelos alunos serão classificados de acordo com a hierarquia, proposições (relações válidas), ligações transversais e exemplos, tendo como modelo um mapa conceitual de referência (Araújo, Bueno, Almeida, & Borsato, 2007).

No que concerne ao instrumento V de *Gowin* (Figura III.1) este permite conectar conceitos, eventos e factos. O lado esquerdo deste esquema refere-se aos conceitos, propriamente ditos e aos sistemas conceituais usados na pesquisa, os quais geram princípios e leis. Estes, por sua vez, dão origem a teorias. Subjacentemente, às teorias estão determinados sistemas de valores, visões de mundo ou filosofias. Este



lado do “Vê” corresponde ao “pensar” da pesquisa. O lado direito do “Vê” está relacionado com fatos nos três sentidos propostos por *Gowin*: eventos, registos e asserções (Moreira, 2006). O diagrama em “Vê” surge como instrumento de avaliação do aluno pois é a partir do mesmo que este irá apresentar o conhecimento adquirido ao longo do trabalho experimental desta investigação. Na Figura III.2 está representado o V de *Gowin* adaptado pela professora estagiária para a realização deste estudo. O mesmo também se encontra disponível em Apêndice C.



V de Gowin: As águas ácidas e o seu efeito nas alfaces.

Nome do aluno: \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_ Data: 07/05/2015

Tema: Exploração Mineira

Qual o efeito das águas ácidas em alfaces?

Princípios: Quando há circulação de águas nos solos através das massas de sulfuretos, ocorre a formação de águas ácidas, libertando ácido sulfúrico.

Conceitos: pH; águas ácidas; ácido sulfúrico; solos acidificados; toxicidade; emurchecer; cloroses.

Transformações

	Planta regada com água potável		Planta regada com ácido sulfúrico	
	1ª dia experiência	Após 11 dias	1ª dia experiência	Após 11 dias

Registos

	Planta regada com água potável			Planta regada com ácido sulfúrico pH?		
1ª Dia da experiência	Coloração das folhas:	Altura da planta 16 Cm	Aspeto da planta	Coloração das folhas	Altura da planta 16 Cm	Aspeto da planta
Após 11 dias	Coloração das folhas:	Altura da planta	Aspeto da planta	Coloração das folhas	Altura da planta	Aspeto da planta

Procedimento Experimental:

- 1- Regue o vaso 1 com água potável.
- 2- Regue o vaso 2 com a solução de ácido sulfúrico pH 1,5.
- 3- Registe (ou fotografe) as características das plantas dos dois vasos.
- 4- Após 11 dias compare as características das plantas dos dois vasos e registe o que observa.

Juizes de valor: Devido ao ácido sulfúrico poder apresentar um efeito tardio nas plantas em estudo, a rega das alfaces com esta solução teve início no dia 25/04/2015. Procedeu-se ainda à medição da altura das plantas em questão.

Conclusão:

Fig. III.1 – O V epistemológico de *Gowin*. (Extraído: de Moreira, 2006, p. 63).

Fig. III.2 – V de *Gowin* da escola adaptado pela professora estagiária.

Este instrumento, a partir de uma ou mais questões centrais, ajuda o aluno a utilizar os conceitos que já conhece para observar acontecimentos e objetos e elaborar determinados registos acerca daquilo que está a observar.

## Capítulo IV - Implementação do Estudo

Neste capítulo é feita a descrição do estudo realizado, desde a sua preparação à implementação do mesmo na Escola Secundária de Fontes Pereira de Melo, durante a PES, nos dias quatro, seis e sete de maio de 2015.

### IV.1 Introdução

Após a seleção dos conteúdos da temática *Terra em Transformação*, de Ciências Naturais do 7º ano de escolaridade, mais especificamente do subdomínio - Ciência Geológica e Sustentabilidade da Vida na Terra, no descritor – “relacionar o ambiente geológico com a saúde e a ocorrência de doenças nos animais e nas plantas que vivem nesse mesmo ambiente”, procedeu-se à preparação e à organização do programa de intervenção científico - didático. Nesta etapa foi elaborada documentação para consulta, instrumentos de investigação para recolha de dados e de informações, bem como, planificações segundo a metodologia de ensino ABRP, tendo como modelo de planificação de aula, o do Grupo Disciplinar 520 - Biologia e Geologia da escola em causa.

Tendo em conta o descritor supracitado, ao longo das aulas foi realizada uma abordagem a alguns conteúdos concetuais das áreas da Biologia e da Geologia. Nesta abordagem estudaram-se alguns riscos associados à exploração mineira que interferem na vida das plantas e animais onde se procurou relacioná-los com a ação antrópica e seus efeitos na Natureza.

As propostas de planificação encontram-se em Anexo (ver Anexos 1, 2 e 3 – em CD) e a documentação para consulta e instrumentos de investigação estão disponíveis nos Apêndices A, B e C.

### IV.2 Planificações e Recursos Didáticos

#### IV.2.1 Planificações

Na elaboração das planificações das aulas foi tido em consideração os espaços a utilizar, o tempo disponível por aula (50 minutos), o perfil da turma, bem como o número de aulas necessário ao programa de intervenção científico - didático. Para tal, foram elaboradas três planificações segundo a metodologia de ensino ABRP, em que foi tido em conta a tipologia do cenário sociocientífico a desenvolver, a apresentação da situação-problema em estudo, a promoção do questionamento por parte dos alunos e a realização de uma atividade prática-experimental de modo a capacitar os alunos a idealizarem e associarem o cenário problemático com situações do quotidiano.

Deste modo, a primeira planificação (Anexo 1) foi elaborada considerando a primeira aula para apresentar o caso, isto é, a contextualização problemática que

conduziria, os alunos, à fase de questionamento. Assim, como cenário sociocientífico foi selecionado o magazine semanal “Biosfera” (Deusdado, 2012). Neste procedeu-se à inserção de conceitos, através do programa “*moviemaker*” (ver em Anexo A – em CD), no sentido de estimular e facilitar a compreensão dos alunos.

A situação-problema apresentada no cenário sociocientífico abordava alguns efeitos da exploração mineira numa área geográfica de interesse nacional (Mina da Panasqueira), socialmente enquadrada em termos ambientais. Assim, considerou-se que a apresentação de uma situação real mais ou menos próxima geograficamente dos alunos estimulá-los-ia a investigar a problemática em estudo. Desta forma, os alunos, após a visualização do cenário sociocientífico teriam de definir os factos fornecidos pela situação-problema apresentada e formular as questões-problema.

Na planificação da segunda aula (Anexo 2), pretendeu-se que os alunos, através da leitura do documento fornecido, mobilizassem o conhecimento aprendido, estabelecessem ligações entre a sua explicação e as explicações científicas de modo a capacitá-los a argumentar, a fundamentar, a solucionar e a tirar conclusões sobre a problemática identificada pelos mesmos (Vasconcelos & Torres, 2013). Pretendeu-se ainda que os mesmos preenchessem um Mapa de Conceitos, uma vez que estes são recursos de aprendizagem e, simultaneamente, instrumentos de avaliação que auxiliam na recolha de dados e informação (Moreira, 2006). Para além dos instrumentos referidos, elaborou-se também uma grelha de observação a ser preenchida por um observador participante passivo.

Na planificação da terceira aula (Anexo 3), desenvolveu-se uma atividade prática-experimental com o propósito dos alunos associarem a problemática implícita no cenário com situações do quotidiano e verificarem, através do trabalho prático experimental, uma relação indissociável entre a teoria e a prática.

Para além da realização da atividade experimental, recorreu-se ainda ao preenchimento de uma grelha de observação e ao recurso de aprendizagem que é simultaneamente ferramenta de investigação, o V de *Gowin* (Leboeuf, 2013).

#### IV.2.2 Recursos Didáticos

Como já foi referido no capítulo III, a investigação aplicada para implementação do programa de intervenção científico - didático classificou-se em I & D (Gay, *et al.*, 2006). Neste tipo de investigação, a criação e elaboração de recursos didáticos (conceção de procedimentos experimentais, instrumentos de avaliação formativa e sumativa dos alunos, registo de procedimentos de alunos) de documentos, materiais e/ou recursos de apoio ao professor é uma das finalidades deste processo investigacional (Ferreira, 2012).

Deste modo, e numa perspetiva de concretização do programa de intervenção científico-didático, elaborou-se um documento de leitura (Apêndice A) e criaram-se recursos didáticos, nomeadamente grelhas de observação, Mapa de Conceitos (Apêndice B) e um relatório V de *Gowin* (Apêndice C), com a finalidade de recolher dados e informações, durante a prática letiva. Objetivava-se, através da análise de dados e das informações recolhidas, que fosse averiguada a qualidade e eficiência da metodologia de ensino. Para além disto, realizou-se uma apreciação dos alunos no processo de aprendizagem e o contributo da metodologia de ensino no desenvolvimento profissional, na carreira de docente.

Aquando a elaboração dos instrumentos e produtos ponderou-se sobre: a) a metodologia de ensino; b) o perfil da turma e c) o problema de investigação e a d) atividade prática experimental.

### IV.3 Dinâmica e Estrutura das Aulas

O programa de intervenção científico – didático foi implementado no 3º período letivo, na disciplina de Ciências da Natureza, numa turma do 7º ano de escolaridade com um total de treze alunos, já referido na caracterização da amostra (Capítulo III). Esta intervenção constou de uma prática letiva de três aulas, onde se abordaram conteúdos conceituais relacionados com a ação do Homem e os seus efeitos na exploração mineira.

Atendendo aos conteúdos a lecionar, à metodologia de ensino e aos recursos didáticos a aplicar, refletiu-se sobre:

- a planificação de atividades que permitissem uma aprendizagem socioconstrutivista, na qual o aluno, pela construção partilhada de saberes desenvolvesse capacidades de autonomia e construísse o seu próprio conhecimento;
- estratégias e recursos didáticos que proporcionassem a realização de atividades de trabalho colaborativo em grupo;
- a conceção de um procedimento experimental que possibilitasse aos alunos espelhar o papel do cientista;
- a documentação de avaliação escrita para avaliação das aprendizagens dos alunos;
- o papel mediador do professor como facilitador da aprendizagem.

O programa de intervenção foi estruturado de acordo com o horário semanal da turma, onde constaram três aulas (duas teóricas e uma prática experimental), cada aula com uma duração de 50 minutos, perfazendo-se num total de 150 minutos.

Primeira aula – Contextualização e formulação das questões-problema:

A primeira aula foi lecionada no dia quatro de maio de 2015. De modo a promover o envolvimento dos alunos na metodologia de ABRP, apresentou-se o cenário sociocientífico “Biosfera” que apresentava uma problemática ambiental originária da atividade mineira (Figura IV.1).



Fig. IV.1 – Apresentação do cenário sociocientífico à turma do 7º ano.

Após a visualização do cenário sociocientífico colocaram-se questões ao grupo turma sobre os conceitos abordados no referido cenário.

De seguida, e considerando os princípios desta metodologia de ensino, os alunos foram divididos em grupos de três ou quatro elementos previamente definidos segundo o seu aproveitamento e comportamento. Nesta etapa, propôs-se aos alunos que trabalhassem em atividade colaborativa e que discutissem, entre si, os factos inerentes à problemática. Em simultâneo, a professora estagiária orientava e esclarecia os diferentes grupos, encorajando os mesmos a assumirem um papel investigativo e autónomo no processo de aprendizagem (Figura IV.2).



Fig. IV.2 – Orientação da professora estagiária por grupo de trabalho colaborativo.

Após a discussão dos factos, foram elaboradas, pelos alunos, questões-problema que surgiram da análise do cenário sociocientífico e da partilha de aprendizagens em trabalho colaborativo.

Questões-problema elaboradas:

- *Que fatores provocam a formação das águas ácidas?*
- *Quais são os componentes que provocam a formação das águas ácidas?*
- *Quais são os efeitos das águas ácidas nos seres vivos?*

Estas questões-problema constituíram um ponto de partida para a aprendizagem de novos conceitos científicos inerentes ao documento de leitura “ A exploração mineira e os efeitos desta atividade” e para a realização das atividades subsequentes.

### Segunda aula – Análise documental e resposta às questões-problema:

A segunda aula foi lecionada no dia seis de maio de 2015 e iniciou-se com uma breve revisão dos conteúdos lecionados na primeira aula do programa de intervenção científico – didático.

No sentido de os alunos responderem às questões-problema, distribuíram-se os mesmos pelos grupos pré-estabelecidos na aula anterior e procedeu-se à continuação da leitura do texto do documento “ A exploração mineira e os efeitos desta atividade” (Apêndice A).

O texto foi lido pelos alunos, em voz alta, o que permitiu analisar, recolher informação e investigar com o grupo turma. De seguida, os alunos identificaram, em atividade colaborativa, as vantagens e desvantagens da exploração mineira registando-as no seu caderno diário.

Com o objetivo de responder às questões-problema e tendo por base a informação documental, foi realizada uma discussão aberta com a turma, na qual os alunos mencionaram os fatores e os componentes responsáveis pela formação das águas ácidas, bem como, seus efeitos na vida dos seres vivos.

Uma vez que pretendíamos uma avaliação formativa dos alunos, para finalizar a aula, foi solicitado aos discentes o preenchimento do Mapa de Conceitos “ Exploração Mineira” (Apêndice B).

Foi realizada também uma avaliação qualitativa do processo, na qual o observador participante passivo, a partir de uma escala qualitativa, registava numa grelha de observação a avaliação dos alunos no que concerne à capacidade de: pesquisar, recolher e organizar a informação; fundamentar as ideias; apresentar espírito crítico; assumir responsabilidades; aceitar críticas ao seu trabalho; manifestar cooperação e desenvolver trabalho cooperativo.

### Terceira aula – Atividade prática-experimental

A terceira aula foi lecionada no dia sete de maio de 2015 e iniciou-se com a visualização do vídeo “Ambientes Geológicos adversos”, disponível na Escola Virtual da Porto Editora.

A escolha deste vídeo justifica-se devido ao facto de referir tipologias de ambientes geológicos e os seus componentes, como as rochas, o solo e as interações destes com a água, o ar e os seres vivos. Contudo, estas interações poderiam favorecer a formação de ambientes adversos na sobrevivência dos seres vivos, uma vez que os ambientes geológicos podem ser explorados pelo Homem e libertar



produtos tóxicos para o mesmo. A título exemplificativo, referia-se à poluição dos solos e das águas provocada pela exploração mineira e pelos efluentes pela libertação de metais pesados (mercúrio, chumbo, cádmio, etc.) e ainda, mas de uma forma natural, a poluição causada pela libertação de enxofre pelas sulfataras, sendo este elemento responsável pelo aparecimento de cloroses nas folhas das plantas.

Após a visualização do vídeo, a professora estagiária colocou questões sobre a temática apresentada e, para apoio posterior dos alunos, elaborou com a sua colaboração, no quadro, esquemas elucidativos à temática em estudo.

Relativamente à atividade experimental, esta foi desenvolvida pelos alunos, no laboratório de Biologia/Geologia, a qual envolveu o estudo do efeito da água potável e de uma solução de ácido sulfúrico (pH 1.5) em plantas de alface, espécie *Lactuca sativa* da variedade *Bionda a Foglia di Quercia*.

As plantas selecionadas para este estudo foram semeadas, pela professora estagiária, no dia vinte e nove de dezembro de 2014. Durante quatro meses, a professora estagiária regou-as com água potável, tendo sido selecionada uma planta a ser regada com uma solução de ácido sulfúrico (pH 1.5), onze dias antes da aula prática experimental. Uma vez que, segundo Lima (2006), as plantas de alface não são muito tolerantes a acidez, exigindo um pH de 6,0 a 6,8 para obter uma boa produção, o pH muito baixo da solução de ácido sulfúrico permitiria obter resultados observáveis e comparáveis na aula prática experimental.

Desta forma, e tendo em conta que o problema de investigação envolvia uma pesquisa sobre “*Quais os riscos de contaminação de águas associados à exploração mineira que podem interferir na vida animal e vegetal?*”, sendo a DAM um desses riscos (Buzzi, 2012), procurou-se criar uma prática-experimental que permitisse aos alunos espelhar o papel do cientista (observar, comparar, medir, inferir, concluir) e associar o problema identificado no cenário sociocientífico a situações práticas do quotidiano.

Assim, e para uma melhor perceção da atividade experimental, foi apresentado aos alunos o V de Gowin “As águas ácidas e o seu efeito nas alfaces”, semipreenchido, uma vez que os mesmos não estavam familiarizados com este instrumento de aprendizagem.

De seguida, a professora estagiária reuniu os alunos em dois grupos e explicou como medir, na prática, o pH de uma solução com indicadores de pH. Disponibilizou ainda, por grupo, um vaso com uma planta de alface semeada a vinte e nove de dezembro 2014 e regada com água potável durante este período. De forma a diferenciar os vasos entre os grupos, estes foram identificados como vaso 1 e vaso 2.

Como objetivos para esta etapa da experiência, pretendia-se que os alunos medissem e identificassem o pH de cada uma das soluções dos gobelés (Figura IV.3)

e que, seguindo o procedimento experimental do V de Gowin, regassem o vaso com a solução correspondente (Figura IV.4).



Fig. IV.3 – Gobelés com solução de ácido sulfúrico (pH 1.5) e água potável.



Fig. IV.4 – Vaso 2 regado com a solução de ácido sulfúrico (pH 1.5).

Após concluídos os objetivos supracitados, a professora estagiária solicitou aos alunos que observassem, comparassem e indicassem alterações (caso existissem) entre as plantas de cada vaso. Os alunos referiram que as plantas não apresentavam alterações salientando o tempo como um fator necessário ao aparecimento de sintomas, nas plantas em estudo.

Em seguida, a professora estagiária apresentou ao grupo turma dois vasos em que cada um continha uma planta de alface. Destas plantas, uma foi regada apenas com água potável (Figura IV.5) e outra regada, periodicamente, com a solução de ácido sulfúrico (pH 1.5) (Figura IV.6) onze dias antes à aula prática experimental.



Fig. IV.5 – Planta de alface regada com água potável.



Fig. IV.6 – Planta de alface regada com a solução de ácido sulfúrico (pH 1.5).

Nesta etapa da prática experimental, os alunos compararam e identificaram as plantas que foram regadas com as respetivas soluções, justificando com os conteúdos abordados no vídeo “Ambientes Geológicos adversos” e nas duas aulas anteriores. Compararam ainda as diferenças entre as alturas das plantas dos dois vasos, no sentido de verificarem se estas eram muito significativas.

Aos alunos que manifestaram mais dificuldade neste processo de aprendizagem, a professora estagiária procurou esclarecê-los, relembrando e associando à atividade experimental os mesmos conteúdos já referidos (Figura IV.7).





Fig. IV.7 – Mediação da professora estagiária no preenchimento do V de Gowin.

Uma vez que se pretendia uma avaliação formativa dos alunos, para finalizar, solicitou-se o preenchimento do V de Gowin “As águas ácidas e o seu efeito nas alfaces” (Apêndice C), cuja tarefa de aprendizagem foi mediada pela professora estagiária.

Foi ainda realizada uma avaliação qualitativa do processo, na qual o observador participante passivo, a partir de uma escala qualitativa, registava numa grelha de observação dados sobre os alunos, tendo por base a avaliação do domínio cognitivo e do domínio sócio afetivo, cada um subdividido nos respetivos parâmetros (Cognitivo- apresenta rigor no registo das observações, apresenta os dados experimentais com exatidão, utiliza linguagem científica e responde à questão de investigação; Sócio afetivo- colabora na manutenção do laboratório, manuseia corretamente o material, adere e intervém na atividade de sala de aula, desenvolve trabalho individual e cooperativo e respeita o trabalho dos colegas).

## Capítulo V - Resultados e Discussão

Este capítulo encontra-se dividido em cinco subcapítulos. No primeiro e segundo subcapítulos apresentam-se os resultados obtidos na aplicação do Mapa de Conceitos e do V de *Gowin*. No terceiro subcapítulo encontram-se os resultados registados pelo observador participante passivo, aquando a lecionação da segunda e terceira aula do programa de intervenção científico-didático. Do quarto subcapítulo consta o tratamento dos resultados através de uma análise conjunta dos dados recolhidos, bem como, a discussão dos mesmos. De referir que para efetuar alguns cálculos, ao longo dos referidos subcapítulos, no âmbito da estatística descritiva, se recorreu ao *software* Microsoft Excel.

Para finalizar, no quinto subcapítulo fez-se uma abordagem às dificuldades e limitações desta investigação.

### V.1 Mapas de Conceitos

Após a apresentação do cenário sociocientífico (primeira aula) e a leitura do documento “Exploração mineira e efeitos desta atividade” (Apêndice A), levada a cabo na segunda aula, foi solicitado aos alunos que preenchessem, individualmente, o Mapa de Conceitos (Apêndice B) para avaliação formativa. De modo a auxiliar o preenchimento do respetivo mapa, atendendo ao perfil da turma, foi fornecido aos alunos uma lista (Tabela V. 1) onde constavam todos os conceitos inerentes ao mesmo.

Tabela V.1 – Lista de conceitos fornecida aos alunos para auxiliar o preenchimento do Mapa de Conceitos.

CONCEITOS	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PLANTAS</li> <li>• SOCIEDADE</li> <li>• QUALIDADE DE VIDA</li> <li>• MINÉRIOS</li> <li>• ZINCO</li> <li>• RECURSOS GEOLÓGICOS</li> <li>• ECONOMIA</li> <li>• AMBIENTE</li> <li>• DRENAGEM ÁCIDA DE MINAS</li> <li>• URÂNIO</li> <li>• ATIVIDADES E ECONÓMICAS</li> <li>• OFERTA DE EMPREGO</li> <li>• SOLO</li> <li>• ANIMAIS</li> <li>• OURO</li> <li>• CARVÃO</li> <li>• PRODUÇÃO DE AUTOMÓVEIS</li> </ul>

O Mapa de Conceitos de referência elaborado pela professora estagiária, durante a IPP, está representado na Figura V.1.

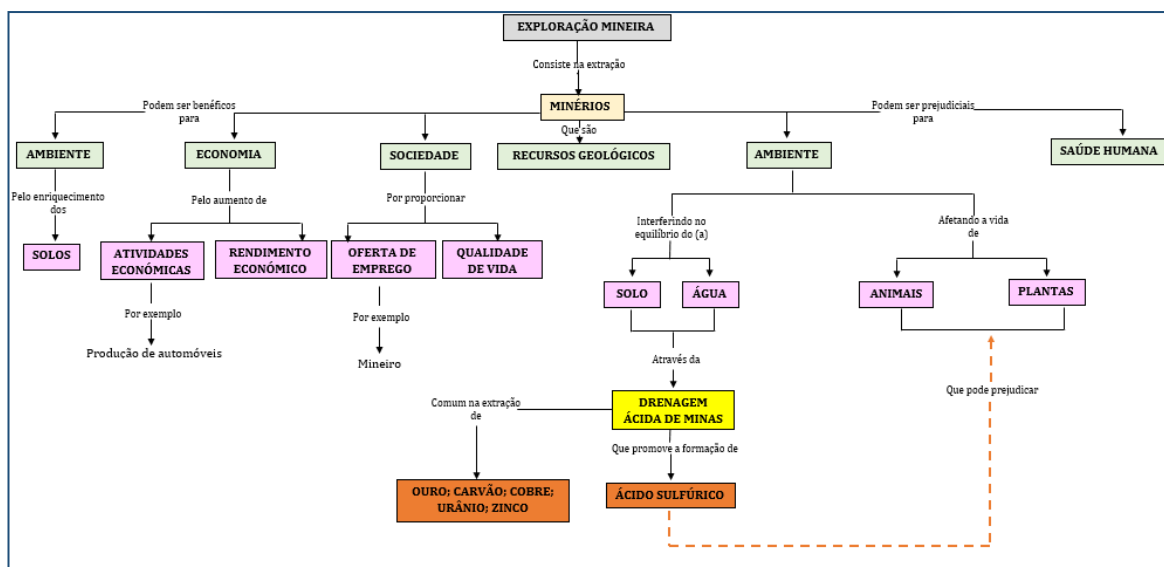


Fig. V.1 – Mapa de Conceitos de referência.

Na correção dos Mapas de Conceitos dos alunos foram tidos em consideração os critérios de avaliação segundo *Joseph D. Novak* e *D. Bob Gowin*, nomeadamente, as relações, a hierarquia, as ligações transversais e os exemplos (Tabela V.2).

Tabela V.2 – Tabela organizadora dos conceitos, níveis e exemplos do Mapa de Conceitos sobre Exploração Mineira e respetivos critérios de avaliação.

CONCEITOS	Nº DE CONCEITOS	NÍVEL DE CONCEITOS	EXEMPLOS
<b>Exploração Mineira</b>	1	---	
<b>Minérios</b>	1	Nível 1	
<b>Ambiente/Economia/ Sociedade/ Recursos Geológicos/ Ambiente/ Saúde Humana</b>	6	Nível 2	
<b>Solos/ Atividades Económicas/ Rendimento Económico/ Oferta de Emprego/ Qualidade de Vida/ Solo/ Água / Animais/ Plantas</b>	9	Nível 3	2
Exemplos: Produção de automóveis; Mineiro			
<b>Drenagem Ácida de Minas</b>	1	Nível 4	
<b>Ácido Sulfúrico/ Ouro/Carvão/Cobre/Zinco/Urânio</b>	6	Nível 5	
	TOTAL = 24	TOTAL = 5	TOTAL = 2

**AVALIAÇÃO ADAPTADA DE JOSEPH D. NOVAK E D. BOB GOWIN, P.50.**

Pontuação para este mapa de conceitos:

- Relações (quando válidas) = 1 x 24 = 24
- Hierarquia (quando válida) = 5 x 5 = 25
- Ligações transversais (válidas e significativas) = 1 x 10 = 10
- Exemplos = 2 x 1 = 2
- Total: 61 pontos

De seguida, estão descritos na Tabela V.3, por aluno e por critério específico de avaliação, os resultados obtidos na correção dos Mapas de Conceitos. Salienta-se que os alunos estão identificados por letras do alfabeto, de forma a manter o seu anonimato.

Tabela V.3 – Classificações finais e cotações, por critério específico de avaliação relativos aos Mapas de Conceitos preenchidos, na segunda aula, no programa de intervenção científico-didático.

Critérios específicos de avaliação	Relações	Hierarquia	Ligações transversais	Exemplos	TOTAL	
Cotação	1 ponto x 24	5 pontos x 5	10 pontos x 1	1 ponto x 2	Pontos	%
Aluno						
A	---	---	---	---	Faltou	Faltou
B	1x1	0	0	0	1	1,64
C	1x24	5x5	10x1	1x2	61	100
D	1x6	2x5	0	0	16	26,23
E	1x24	5x5	10x1	1x2	61	100
F	7x1	0	0	0	7	11,48
G	1x24	5x5	10x1	1x2	61	100
H	1x24	5x5	10x1	1x2	61	100
I	1x24	5x5	10x1	1x2	61	100
J	1x11	4x5	10x1	0	41	67,21
K	1x12	4x5	0	0	32	52,46
L	1x24	5x5	10x1	1x2	61	100
M	---	---	---	---	Faltou	Faltou
Média	16,5	18,2	6,4	1,1	42,1	69,00
Desvio Padrão	9,1	10,1	5,0	1,0	24,2	39,65
Máximo	24	25	10	2	61	100
Mínimo	1	0	0	0	1	1,64
% de Sucesso	68,75	72,8	64	---	---	---

O gráfico da Figura V.2 permite visualizar as classificações gerais de cada aluno relativas ao preenchimento do Mapa de Conceitos.

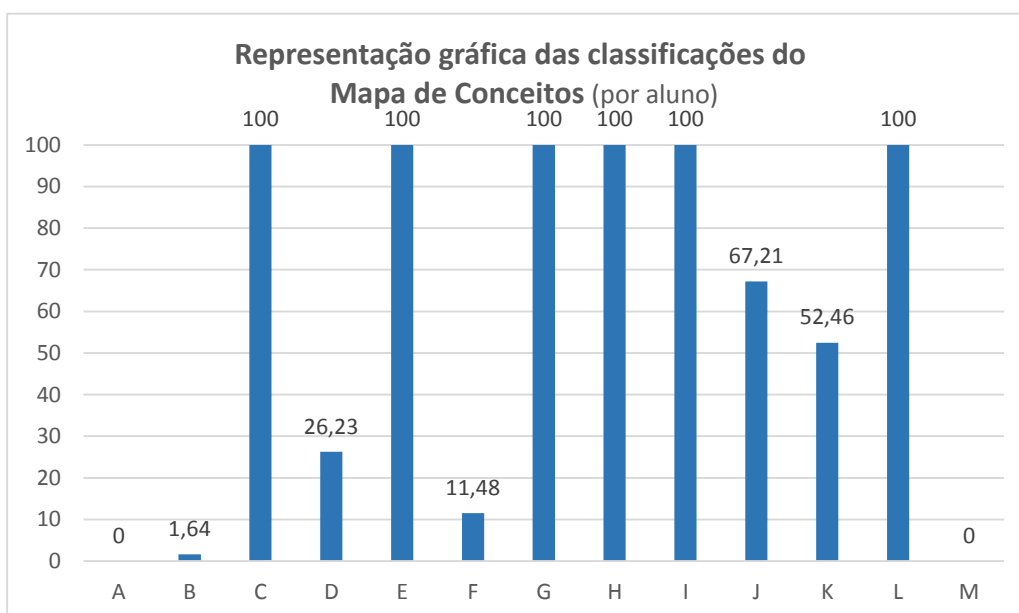


Fig. V.2 – Representação gráfica das classificações no Mapa de Conceitos, por aluno, em percentagem.

Pela análise da Tabela V.3 e da Figura V.2 verifica-se que de um total de treze alunos, onze preencheram o Mapa de Conceitos. Dos onze alunos, apenas três obtiveram valores percentuais inferiores a 50%, respetivamente 1,64%, 11,48% e 26,23%. De destacar seis alunos com a cotação máxima (100%) e apenas dois alunos

com 52,46% e 67,21%. A média final das classificações foi de 69%, com um desvio padrão de 39,65 sendo que o valor máximo e mínimo das mesmas foram de 100% e de 1,64% respetivamente.

Atendendo ao facto de os desvios padrão calculados para os três critérios específicos de avaliação serem relativamente altos torna-se pertinente analisar os respetivos coeficientes de variação. Note-se que o coeficiente de variação é uma medida de dispersão relativa que expressa a relação percentual do desvio padrão em relação à média  $(CV = \frac{\text{desvio padrão}}{\text{média}} \times 100)$  e que assumindo valores inferiores ou iguais a 20%, indica uma amostra homogénea. Se assumir um valor superior a 20% a amostra será heterogénea.

Seguem-se os valores obtidos:

- Critério específico de avaliação: Relações  $\rightarrow CV = \frac{9,1}{16,5} \times 100 \approx 55,2\% > 20\%$
- Critério específico de avaliação: Hierarquia  $\rightarrow CV = \frac{10,1}{18,2} \times 100 \approx 55,5\% > 20\%$
- Critério específico de avaliação: Ligações transversais  $\rightarrow CV = \frac{5,0}{6,4} \times 100 \approx 78,1\% > 20\%$

Assim, pode agora afirmar-se que o grupo de alunos sobre o qual incidiu o estudo, é bastante heterogéneo a nível de desempenho, o que explica a variabilidade de resultados (alunos com resultados muito baixos e alunos com muito bons resultados).

Atentando agora nos critérios específicos de avaliação, de referir que os alunos, no geral, apresentaram mais facilidade ao nível de estabelecer relações e hierarquias. No que concerne às ligações transversais, obtiveram um desempenho mais deficitário.

Para a atribuição das menções qualitativas aplicou-se a terminologia utilizada pela escola, a partir de uma escala de conversão das avaliações quantitativas, para o ensino básico. As menções obtidas pelos alunos constam da Tabela V.4.

Tabela V.4 – Classes de distribuição das menções qualitativas relativas aos resultados dos Mapas de Conceitos.

Classes		[0; 50[	[50; 70[	[70;90[	[90;100[
Mapas de Conceitos	Menção	Insuficiente	Suficiente	Bom	Muito Bom
	Mapas de Conceitos	3	2	0	6

Verifica-se pela análise da Tabela V.4 que três alunos obtiveram menções de *Insuficiente* e dois de *Suficiente*. Destacaram-se seis alunos com classificações de *Muito Bom*.

A título de exemplo, apresentam-se dois Mapas de Conceitos corrigidos e classificados com menção atribuída de *Muito Bom* (Figura V.3) e de *Insuficiente* (Figura V.4).

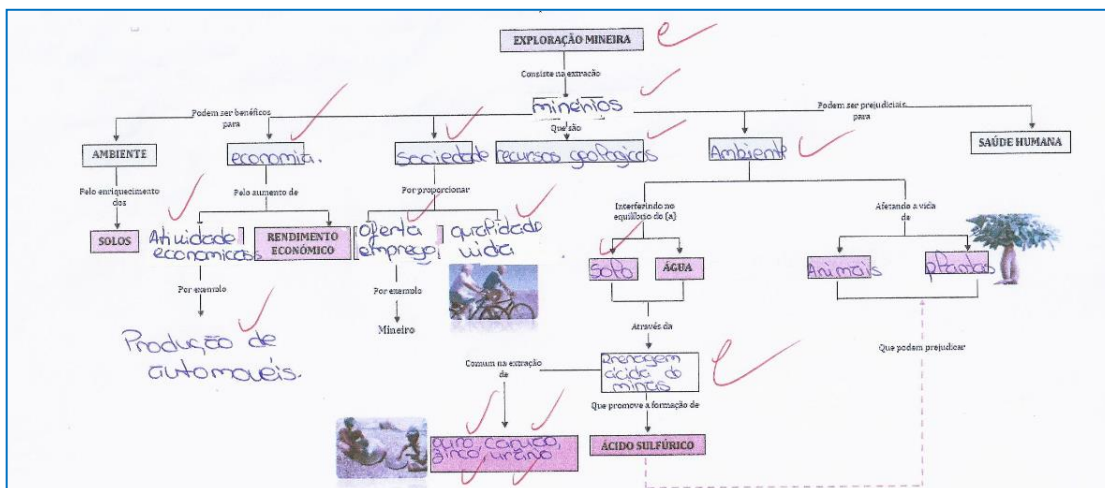


Fig. V.3 – Mapa de Conceitos avaliado com a menção de Muito Bom, do aluno L.

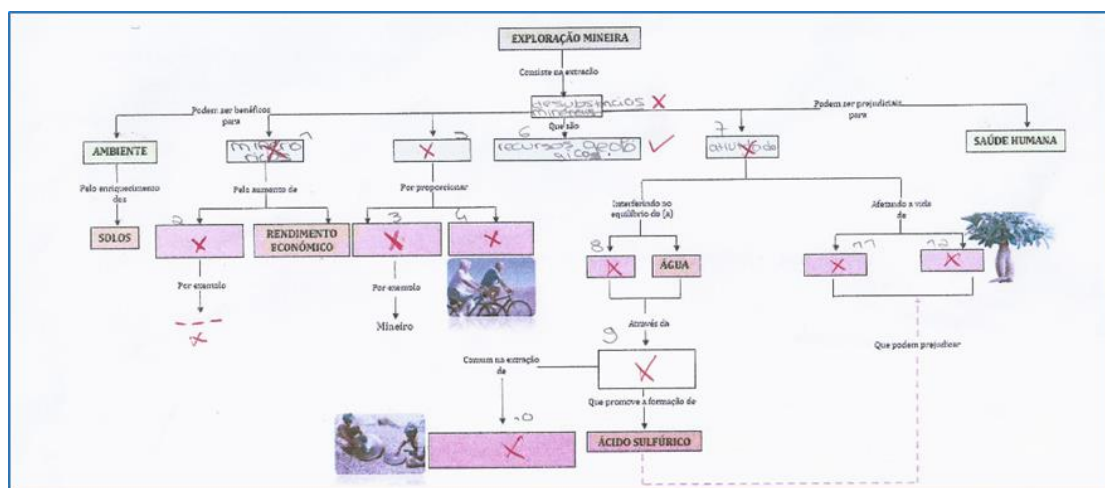


Fig. V.4 – Mapa de Conceitos avaliado com a menção de Insuficiente, do aluno B.

Aos referidos Mapas de Conceitos foram atribuídas as percentagens de 100% (*Muito Bom*) e de 1,6% (*Insuficiente*) respetivamente.

## V.2 V de Gowin

Após a realização da atividade experimental, foi solicitado aos alunos que, para avaliação formativa elaborassem, individualmente, um relatório em V de Gowin (Apêndice C). O V de Gowin modelo, bem como as cotações para cada um dos itens (Registos, Transformações e Conclusões) estão representados na Figura V.5.

V de Gowin: As águas ácidas e o seu efeito nas alfaces.



Nome do aluno: \_\_\_\_\_

Nº \_\_\_\_\_ Data : 07/05/2015

Tema: Exploração Mineira

**Qual o efeito das águas ácidas em alfaces?**

**Princípios:** Quando há circulação de águas nos solos através das massas de sulfuretos, ocorre a formação de águas ácidas, libertando ácido sulfúrico.

**Conceitos:** pH; águas ácidas; ácido sulfúrico; solos acidificados; toxicidade; emurhecer, cloroses.

**Juizos de valor:** Devido ao ácido sulfúrico poder apresentar um efeito tardio nas plantas em estudo, a rega das alfaces com esta solução teve início no dia 25/04/2015. Procedeu-se ainda à medição da altura das plantas em questão.

**Conclusão:** As plantas regadas com água potável apresentaram um aspeto saudável porque esta água apresenta pH7, o qual não é tóxico para as plantas. No caso das plantas regadas com ácido sulfúrico, algumas folhas murcharam e apresentaram lesões visto que o ácido sulfúrico é uma solução extremamente ácida (pH 1.5) e tóxica contribuindo para o aparecimento destas lesões nos órgãos das plantas. Para além disso, contém ainda o elemento enxofre o qual é responsável pelo aparecimento de cloroses (a falta de clorofila) nas folhas. Em relação ao crescimento as diferenças verificadas não são muito significativas. (15 pontos).

Transformações	Planta regada com água potável		Planta regada com ácido sulfúrico	
	1º dia experiência	Após 11 dias	1º dia experiência	Após 11 dias
	Sem transformações (2 pontos)	Planta saudável crescimento normal (3 pontos)	Sem transformações (2 pontos)	Planta com aspeto fragilizado/doente (3 pontos)

Registos						
1º Dia da experiência	Planta regada com água potável			Planta regada com ácido sulfúrico pH?		
	Coloração das folhas: Verdes (2 pontos)	Altura da planta 16cm	Aspeto da planta Saudável (2 pontos)	Coloração das folhas Verdes (2 pontos)	Altura da planta 18cm	Aspeto da planta Saudável (2 pontos)
Após 11 dias	Coloração das folhas: Verdes (3 pontos)	Altura da planta 27cm (3 pontos)	Aspeto da planta Saudável (3 pontos)	Coloração das folhas Com cloroses (3 pontos)	Altura da planta 23cm (3 pontos)	Aspeto da planta Folhas mortas ou murchas (3 pontos)

**Procedimento Experimental:**

- 1- Regue o vaso 1 com água potável.
- 2- Regue o vaso 2 com a solução de ácido sulfúrico pH 1.5.
- 3- Registe (ou fotografe) as características das plantas dos dois vasos.
- 4- Após 11 dias compare as características das plantas dos dois vasos e registe o que observa.

Fig. V.5 – V de Gowin modelo utilizado na correção e avaliação do respetivo relatório dos alunos.

Na Tabela V.5 encontram-se os resultados obtidos pela turma, por critério específico de avaliação (Registos, Transformações e Conclusões).

Tabela V.5 – Classificações finais e cotações totais, por critério específico de avaliação relativos ao relatório V de Gowin preenchidos, na terceira aula, no programa de intervenção científico-didático.

Critérios específicos de avaliação		Registos	Transformações	Conclusões	TOTAL	
Cotação Total		26	10	15	Pontos	%
Aluno					51	
A		---	---	---	Faltou	Faltou
B		26	3	5	34	66,7
C		21,5	7	10	38,5	75,5
D		---	---	---	Faltou	Faltou
E		23,5	7	10	40,5	79,4
F		26	9	5	37	72,5
G		---	---	---	Faltou	Faltou
H		24	6	15	45	88,2
I		20,5	7	10	37,5	73,5
J		16	7	8	31	60,8
K		21	7	8	36	70,6
L		13	5		33	64,7
M		23,5	0	15	38,5	75,5
Média		21,5	5,8	10,1	37,1	72,74
Desvio Padrão		4,20	2,6	3,8	4,0	7,81
Máximo		4	9	15	45	88,2
Mínimo		2	0	5	31	60,8
% de Sucesso		82,7	58	67,3		



O gráfico da Figura V.6 permite visualizar as classificações gerais de cada aluno relativas ao V de *Gowin*.

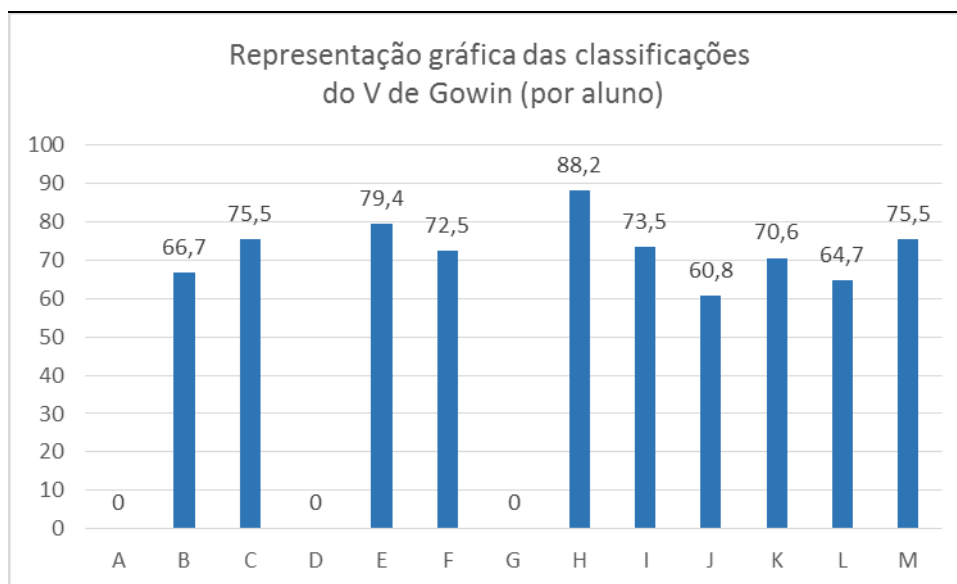


Fig. V.6 – Representação gráfica das classificações obtidas no V de *Gowin*, por aluno, em percentagem.

Pela análise da Tabela V.5 e da Figura V.6 verifica-se que, de um total de treze alunos, dez preencheram o relatório de V de *Gowin*. Dos dez alunos, todos obtiveram valores percentuais superiores a 50%, sendo que a avaliação mais baixa foi de 60,8% e a mais alta foi de 88,2%.

A média final das classificações foi de 72,74%, com um desvio padrão de 7,81 sendo que o valor máximo e mínimo das mesmas foram de 88,2% e de 60,8% respetivamente.

De notar que, em cada um dos critérios específicos de avaliação – registos, transformações e conclusões, os desvios padrão são relativamente baixos o que embora possa não significar homogeneidade nos resultados obtidos, pelos alunos, poderá traduzir menos heterogeneidade.

Vejamos que valores têm os coeficientes de variação para cada um dos critérios.

- Critério específico de avaliação: Registos →  $CV = \frac{4,2}{21,5} \times 100 \approx 19,5\% < 20\%$
- Critério específico de avaliação: Transformações →  $CV = \frac{2,6}{5,8} \times 100 \approx 44,8\% > 20\%$
- Critério específico de avaliação: Conclusões →  $CV = \frac{3,8}{10,1} \times 100 \approx 37,6\% > 20\%$

Apenas um dos coeficientes de variação assume um valor inferior a 20%. Além disso, note-se que os três coeficientes de variação são bastante mais baixos do que os obtidos na atividade dos Mapas de Conceitos. Embora os alunos continuem a revelar níveis de desempenho heterogêneos, estes não são tão díspares como na primeira tarefa.

No geral, os alunos apresentaram mais facilidade ao nível dos registos revelando mais dificuldades ao nível da interpretação das transformações.

Relativamente às menções qualitativas estas estão expressas na Tabela V.6.

Tabela V.6 – Classes de distribuição das menções qualitativas relativas aos resultados do relatório V de Gowin.

Classes	[0; 50[	[50; 70[	[70;90[	[90;100[
V de Gowin				
Menção	Insuficiente	Suficiente	Bom	Muito Bom
V de Gowin	0	3	7	0

A análise da Tabela V.6 permite constatar que três alunos obtiveram menção de *Suficiente* e sete alunos menção de *Bom*. Assim, não houve alunos com desempenho muito elevado, nem alunos com desempenho muito baixo. Como exemplo, segue-se um V de Gowin corrigido e classificado com 88,2%, ao qual corresponde a menção atribuída de *Bom* (Figura V.7).

**Tema:** Exploração Mineira

**Princípios:** Quando há circulação de águas nos solos através das massas de sulfuretos, ocorre a formação de águas ácidas, libertando ácido sulfúrico.

**Conceitos:** pH; águas ácidas; ácido sulfúrico; solos acidificados; toxicidade; emurchecer, cloroses.

**Qual o efeito das águas ácidas em alfaces?**

**Juízos de valor:** Devido ao ácido sulfúrico poder apresentar um efeito tardio nas plantas em estudo, a rega das alfaces com esta solução teve início no dia 25/04/2015.

**Conclusão:** As plantas regadas com água são saudáveis e têm bom aspeto, porque a água não é tóxica. Em relação às plantas regadas com ácido sulfúrico apresentaram folhas murchas e mortas, porque o ácido sulfúrico contém um pH muito baixo que pode provocar a morte da planta e o enxofre provoca o apodrecimento de cloroses.

Transformações	Planta regada com água potável		Planta regada com ácido sulfúrico	
	1ª dia experiência	Após 11 dias	1ª dia experiência	Após 11 dias
	normal	saudável	normal	Pouco saudável

**Registos**

	Planta regada com água potável			Planta regada com ácido sulfúrico pH?		
1ª Dia da experiência 25/04/2015	Coloração das folhas: verdes	Altura da planta: 16 Cm	Aspeto da planta: saudável	Coloração das folhas: verde	Altura da planta: 18 Cm	Aspeto da planta: normal
Após 11 dias	Coloração das folhas: verde	Altura da planta: 27 cm	Aspeto da planta: saudável	Coloração das folhas: cloroses	Altura da planta: 23 cm	Aspeto da planta: folhas murchas e mortas

**Procedimento Experimental:**

- 1- Regue o vaso 1 com água potável.
- 2- Regue o vaso 2 com a solução de ácido sulfúrico pH 1,5.
- 3- Registe (ou fotografe) as características das plantas dos dois vasos.
- 4- Após 11 dias compare as características das plantas dos dois vasos e registe o que observa.

Fig. V.7 – V de Gowin avaliado com menção de Bom, do aluno H.

### V.3 Observação Participante

Para além dos referidos recursos didáticos foi ainda aplicada a técnica de observação, onde se pretendia registar os comportamentos e os acontecimentos, por parte dos alunos, no próprio momento em que estes se desenrolavam. Neste sentido, nas aulas destinadas ao preenchimento do Mapa de Conceitos e do V de Gowin,

registou-se, em duas grelhas de observação (Tabela V. 7 e Tabela V.8), o desempenho dos alunos a nível cognitivo e sócio afetivo nas referidas aulas.

O registo foi efetuado por uma observadora participante passiva segundo a escala: 1 – Pouco; 2 – Moderadamente; 3- Muito.

As observações foram realizadas com bastante empenho por parte da observadora, contudo, tal como Gonçalves (2004) advoga, a observação, por muito focada que seja depende muito da subjetividade e do desempenho do investigador e acaba por diferir consoante o tipo e o grau de proximidade e envolvimento do investigador relativamente ao mundo observado, pelo que existem sempre pequenos desvios que não são passíveis de controlar.

Na Tabela V.7 estão presentes os resultados relativos ao desempenho dos alunos no preenchimento do Mapa de Conceitos e que foram avaliados pela observadora participante passiva, com recurso a uma grelha de observação que contemplava diversos parâmetros que a professora estagiária optou por agrupar nos domínios cognitivo e socio afetivo.

Tabela V.7 – Grelha de observação correspondente ao desempenho dos alunos aquando o preenchimento do Mapa de Conceitos.

Aluno	Domínio Cognitivo (DC)					Domínio sócio afetivo (DSA)					Médias por aluno		
	Parâmetro	Pesquisa a informação	Recolhe a informação necessária	Seleciona e organiza a informação	Fundamenta as suas ideias	Apresenta espírito crítico	Aceita críticas ao seu trabalho	Manifesta cooperação e autonomia	Assume responsabilidade individual e coletiva	Desenvolve trabalho individual e cooperativo	Média Geral	Média (DC)	Média (DSA)
A		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
B		2	2	2	1	1	1	2	1	1	1,4	1,6	1,3
C		1	1	1	1	2	1	3	1	1	1,3	1,2	1,5
D		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
E		2	2	2	3	2	2	2	2	2	2,1	2,2	2
F		3	3	3	3	3	2	3	2	3	2,8	3	2,5
G		3	3	3	2	1	1	3	1	1	2	2,4	1,5
H		3	3	3	2	2	1	3	1	1	2,1	2,6	1,5
I		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1,1	1,2	1
J		2	1	1	2	2	1	2	1	2	1,6	1,6	1,5
K		3	3	3	3	3	2	3	2	3	2,8	3	2,5
L		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1,1	1,2	1
M		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Média		Média Geral (DC) = 2					Média Geral (DSA) = 1,6						

NA – não avaliado; F - Faltou

Embora o aluno D estivesse presente e tenha participado na atividade, este não foi avaliado pela observadora participante passiva, por razões que ultrapassam a professora estagiária, assim, não constando nenhum registo na grelha de observação (Tabela V.7), a avaliação do aluno foi substituída por *NA*.

Na Tabela V.8 estão presentes os resultados relativos ao desempenho dos alunos no preenchimento do V de *Gowin* e que foram avaliados da mesma forma, pela mesma observadora participante passiva, atendendo aos mesmos domínios.

Tabela V.8 – Grelha de observação correspondente ao desempenho dos alunos aquando o preenchimento do V de *Gowin*.

Aluno	Domínio Cognitivo (DC)					Domínio sócio afetivo (DSA)					Médias por aluno		
	Parâmetro	Apresenta rigor no registo das observações	Apresenta os dados experimentais com exatidão	Utiliza linguagem científica	Responde à questão de investigação	Colabora na manutenção do laboratório	Manuseia corretamente o material	Adere e intervém na atividade de sala de aula	Desenvolve trabalho individual e cooperativo	Respeita o trabalho dos colegas	Média Geral	Média (DC)	Média (DSA)
A		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
B		3	3	2	2	3	2	3	3	3	2,7	2,5	2,8
C		3	3	3	3	3	3	3	2	3	2,9	3	2,8
D		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
E		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,0	3,0	3,0
F		3	3	3	2	2	3	3	2	3	2,7	2,8	2,6
G		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
H		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,0	3	3,0
I		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,3	3	3,0
J		3	3	3	2	2	2	2	2	2	2,3	2,8	2,0
K		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,0	3	3,0
L		1	1	1	1	1	1	1	1	3	1,2	1	1,4
M		3	3	3	3	2	3	2	2	3	2,7	3	2,4
Média		Média Geral (DC) = 2,7					Média Geral (DSA) = 2,6						

F - Faltou

Analisando os desvios médios relativamente aos domínios cognitivo e socio afetivo, nas Tabelas V.7 e V.8, constata-se que na primeira, relativa ao Mapa de Conceitos, os desvios são de 0,64 e de 2,5, respetivamente, o que contrasta com valores bastante mais baixos obtidos na tabela referente ao V de *Gowin*. Para esta atividade, os desvios médios foram de 0,368 e 0,4, respetivamente. Uma vez que esta medida de dispersão dos dados em relação à média mede o afastamento dos mesmos em relação a esta, conclui-se que os alunos obtiveram avaliações mais próximas da média, na segunda atividade, o que indicia maior representatividade das médias, neste caso, e uma crescente homogeneidade de resultados.

## V.4 Análise Conjunta e Discussão

A Tabela V.9 agrupa os dados referentes às duas grelhas de observação (Mapa de Conceitos e V de Gowin), assim como os resultados, em termos percentuais obtidos pelos alunos nestas duas atividades.

Tabela V.9 – Agrupamento dos dados e resultados referentes às duas grelhas de observação (Mapa de Conceitos e V de Gowin).

Aluno	Grelha de observação			Mapa de conceitos	Grelha de observação			V de Gowin
	Mapa de conceitos				V de Gowin			
	Média geral aluno	Média DC	Média DSA		Média geral aluno	Média DC	Média DSA	
				%				%
A	F	F	F	F	F	F	F	F
B	1,4	1,6	1,3	1,64	2,7	2,5	2,8	66,7
C	1,3	1,2	1,5	100	2,9	3	2,8	75,5
D	NA	NA	NA	26,23	F	F	F	F
E	2,1	2,2	2	100	3	3	3	79,4
F	2,8	3	2,5	11,48	2,7	2,8	2,6	72,5
G	2	2,4	1,5	100	F	F	F	F
H	2,1	2,6	1,5	100	3	3	3	88,2
I	1,1	1,2	1	100	3	3	3	73,5
J	1,6	1,6	1,5	67,21	2,3	2,8	2	60,8
K	2,8	3	2,5	52,46	3	3	3	70,6
L	1,1	1,2	1	100	1,2	1,1	1,4	64,7
M	F	F	F	F	2,7	3	2,4	75,5

F - Faltou

A análise da Tabela V.9 sugere que os alunos evidenciaram maior dificuldade em elaborar esquemas mentais relacionando os conceitos abordados nas aulas. Este facto é deduzível pela comparação entre os valores médios do Mapa de Conceitos e respetiva Grelha de Observação, com os valores médios obtidos no V de Gowin e respetiva Grelha de Observação.

Embora o Mapa de Conceitos proporcione ao aluno uma visão integrada do estudo refletindo a organização conceitual de um corpo de conhecimento (Moreira, 2006), este recurso didático restringe-se apenas a uma elaboração teórica, o que poderá ter contribuído para a obtenção de valores médios mais baixos comparativamente aos do V de Gowin. Segundo Almeida *et. al* (2001) o trabalho prático, neste caso o trabalho experimental, enquanto recurso didático, inclui atividades em que o aluno está mais ativamente envolvido tanto ao nível do domínio psicomotor, como cognitivo e afetivo. Esta particularidade do trabalho prático poderá ter contribuído para um maior interesse e, conseqüentemente, um melhor desempenho dos alunos (cognitivo e sócio afetivo) da turma em questão, visto que a mesma apresentava alguns alunos com idades iguais a dezasseis anos e, por vezes, com elevado nível de desinteresse na realização de tarefas. Uma vez que para o

preenchimento do V de *Gowin*, os alunos tiveram que observar, medir, comparar, manipular objetos e ferramentas (assumindo deste modo um papel investigador), este conjunto de procedimentos poderá ter contribuído para um maior interesse e melhor desempenho dos alunos na atividade. Para além do referido, segundo Moreira (2006), a partir dos registos dos eventos, no “Vê” de *Gowin*, os alunos retiram dados, que no seu conjunto, sofrem transformações metodológicas que servirão de base para a produção de novo conhecimento e consequentemente progressão na aprendizagem. Como caso particular deste progresso, podemos apontar o aluno B, cujo desempenho, bem como, classificação do V de *Gowin* aumentou consideravelmente aquando a realização do trabalho prático- experimental.

Por outro lado, obtiveram-se classificações de 100% no Mapa de Conceitos, por parte dos alunos C, I e L os quais obtiveram desempenhos (cognitivo e sócio afetivo) baixos, mas não nulos. Segundo Moreira (2006), quando os alunos já têm uma certa noção do assunto/tema em estudo, os mapas de conceitos devem ser aplicados pois contribuem para a integração e reconciliação das relações entre conceitos e promoção da diferenciação conceitual. Uma vez que os estudantes já tinham alguma familiaridade com a matéria de ensino, a partir da listagem concetual fornecida pela professora estagiária (Tabela V.1), deduz-se que estes foram capazes de estruturar, hierarquizar, diferenciar, relacionar, discriminar, integrar, os conceitos da temática em questão.

Relativamente aos casos irregulares na Tabela V.9 (coluna - Grelha de Observação Mapa de Conceitos) nomeadamente os alunos F e K, constata-se que estes revelaram um bom desempenho durante a aula (destinada à realização do trabalho colaborativo). Todavia, estes alunos obtiveram no Mapa de Conceitos classificações de 11,48% e de 52,46% respetivamente.

No que diz respeito à classificação do aluno F (11,48%), segundo *Bignell & Parson* (2010), a ABRP é uma metodologia de ensino que permite aos alunos, através do trabalho colaborativo, adquirir conhecimentos através da interação com os outros, o que pode justificar o bom desempenho do aluno em questão. No entanto, aquando o preenchimento do Mapa de Conceitos, uma vez que a interação com o grupo deixou de existir (atividade realizada individualmente) e, consequentemente, a discussão a troca de ideias e esclarecimentos, o aluno não foi capaz de elaborar, individualmente, um esquema mental sobre o conhecimento aprendido durante o trabalho colaborativo, em grupo. Deste modo, a falta de autonomia poderá ter sido o fator que contribuiu para a obtenção de uma percentagem negativa (11,48%) no Mapa de Conceitos.

No que concerne ao aluno K, cuja classificação no Mapa de Conceitos foi de 52,46%, este resultado poderá dever-se à inibição da habilidade do aluno em construir as suas próprias hierarquias conceituais, pelo facto de ter recebido prontas as



estruturas propostas pelo professor, segundo sua própria percepção e preferência (Moreira, 2006).

Em suma, perante estes resultados verifica-se que houve aprendizagem por parte dos alunos, todavia esta foi mais evidente na aplicação do trabalho prático experimental.

### V.5 Dificuldades, Sugestões e Limitações da Investigação

Como qualquer investigação em Educação existem sempre limitações inerentes e aspetos a melhorar. Assim sendo, apresentam-se de seguida as limitações e dificuldades encontradas ao longo deste estudo, bem como, sugestões para melhorar este estudo, a saber:

- O número reduzido de aulas (três aulas), bem como a sua duração (50 minutos). Um número superior de aulas (5 aulas) com duração superior (100 minutos) teria permitido discussões mais detalhadas, com o grupo turma, através das quais a professora estagiária teria uma melhor percepção das dificuldades e do progresso dos alunos. Para além disto, permitiria um acompanhamento mais personalizado aos alunos que revelaram mais dificuldades.
- O perfil da turma, uma vez que a mesma apresentava alunos com falta de assiduidade, pontualidade, responsabilidade e interesse na realização das tarefas. Tudo isto contribuiu para o absentismo por parte de alguns discentes em algumas atividades o que dificultou uma análise de dados mais aprofundada.
- A realização do trabalho prático, o qual para além de ser muito rico em termos pedagógicos adequa-se a pequenos grupos, como foi o caso. Deste modo, caso surja a necessidade de reproduzir o estudo em questão, será fundamental ter em conta a constituição dos grupos, sobretudo no que concerne ao número de indivíduos.
- A subjetividade da observação participante, visto que esta técnica poderá conduzir a diferentes interpretações sobre o observado.
- Uma vez que se trata de uma amostra de conveniência (não probabilística), os dados não poderão ser generalizados, ou seja, as estimativas obtidas não poderão ser estatisticamente projetáveis na população em estudo. Contudo, os resultados obtidos e as observações feitas foram muito úteis para o aperfeiçoamento profissional da professora estagiária nesta etapa final do curso. Obviamente servirão para o seu aperfeiçoamento profissional futuro.



## Capítulo VI - Conclusões

### VI.1 Conclusões

Tendo em conta os objetivos definidos no Capítulo I, nomeadamente, o objetivo concetual: *“explicar a influência da exploração mineira na flora e fauna”* e o objetivo educacional: *“promover o raciocínio científico através da metodologia de ensino Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) e desenvolver saberes educacionais na temática Terra em Transformação”* e o objetivo profissional: *“avaliar a aplicação da ABRP, nos processos de ensino e de aprendizagem e analisar o seu contributo para o desenvolvimento profissional docente”*, tendo em conta os resultados obtidos no Capítulo V, podemos verificar que o estudo em questão contribuiu para a compreensão dos alunos sobre a influência da exploração mineira na flora e fauna (objetivo concetual), bem como, para o sucesso do objetivo educacional.

Esta dedução é verificável pelos resultados obtidos no preenchimento do Mapa de Conceitos e V de *Gowin*, sendo que a média de classificação da turma para o recurso didático, Mapa de Conceitos, foi de 69% e para o V de *Gowin* de 72,74%. Embora os alunos revelassem mais dificuldades no preenchimento do Mapa de Conceitos, verifica-se um progresso dos alunos ao longo deste estudo, uma vez que a média de classificação da turma aumenta (sem classificações negativas) mediante os resultados obtidos pelo preenchimento do V de *Gowin*. Tudo isto é indicativo de um conhecimento mais aprofundado e dominante da temática em questão, por parte dos alunos.

Para além disso verifica-se, pelos dados da Grelha de Observação do V de *Gowin*, que os alunos apresentaram bons resultados ao nível do rigor das observações, da interpretação de dados, da utilização de linguagem científica, bem como, responderam corretamente, à questão de investigação em estudo. Pelo exposto, podemos afirmar que estes resultados vão de encontro aos pressupostos da ABRP que, segundo Jacob (2013), é uma metodologia de ensino que procura o construtivismo didático, na qual o aluno, colocado no centro das aprendizagens escolares, deve reconstruir e apropriar-se do saber, partir do conhecido para o desconhecido, com o objetivo de compreender os princípios científicos que se encontram subjacentes ao problema e de resolver o mesmo, onde adquire uma maior autonomia na aprendizagem.

Seguindo esta linha de pensamento, o conhecimento adquirido pelos alunos tornou-se cada vez mais funcional, uma vez que na realização da atividade prática-experimental se constatou que os discentes conseguiram mobilizar, de forma correta, os conhecimentos apreendidos nas aulas. Por outro lado, a nível profissional, a ABRP, como metodologia de ensino, contribuiu para o desenvolvimento profissional da

professora estagiária, visto que conduziu à melhoria do exercício da docência, contribuindo para o sucesso das aprendizagens dos alunos, promovendo o crescimento pessoal e profissional da mesma.

## VI.2 Implicação para o Ensino das Ciências Naturais

Face a uma sociedade cada vez maior e aprimorada científica e tecnologicamente, a educação em Ciências Naturais deve contribuir para a formação integral dos alunos, promovendo o desenvolvimento de uma literacia científica nos mesmos. Deste modo, como implicações para o ensino das Ciências Naturais, constata-se que este estudo possibilitou, aos alunos, o desenvolvimento de competências cognitivas (capacidade de mobilização do conhecimento), tais como dominar a linguagem científica, compreender factos, construir argumentações e procurar soluções e, o aperfeiçoamento de habilidades (saber fazer), como observar, comparar, medir, inferir e concluir. Pelo exposto, este estudo poderá permitir, aos alunos, compreender e ajudar, na tomada de decisões sobre o mundo natural e de suas alterações causadas pela atividade humana.

## VI.3 Contributo para o desenvolvimento profissional

Nas palavras de Jorge Lima (1998) *“Ser professor é coisa de quem ousa fascinar-se ... quem não ousa escolheu, certamente a profissão errada!”*, assim e inevitavelmente, todo o professor deve refletir e aprender com a sua prática. Não é exceção, o estudo desenvolvido pela professora estagiária que representou um ganho pessoal e profissional, pois, para além de ter permitido aperfeiçoar a sua prática pedagógica, possibilitou que esta adquirisse novas posturas de trabalho e de reflexão sobre o melhoramento do seu desempenho profissional. Deste modo, a professora estagiária, após uma reflexão sobre a sua própria prática considera pertinente e como estratégia de motivação, a atividade prática experimental (preenchimento do V de Gowin) ser realizada em primeiro lugar e na aula seguinte aplicar o Mapa de Conceitos, pois sem dúvida o empenho dos alunos foi superior na atividade experimental e, deste modo, talvez fosse possível os mesmos transporem, mais corretamente, para o Mapa de Conceitos todo o conhecimento apreendido nas aulas. São estas constatações que nos fazem evoluir como professores.

Atualmente a função do professor reveste-se de um caráter diferente daquele que tinha há alguns anos atrás. Este deverá tornar-se um investigador da realidade social, de modo a poder acompanhar as mudanças e curiosidades dos alunos. Para tal, não deverá limitar-se apenas à consulta do manual escolar, mas sim saber criar nos alunos o gosto de pensar e a curiosidade pelo passado e abertura ao futuro. Assim, os alunos poderão tornar-se aprendizes autónomos e ativos e obter um conhecimento significativo e funcional, mobilizável quer para outras situações quer mesmo para o quotidiano...

## Referências Bibliográficas

- Abreu, M., Santos, E., Magalhães, M., & Nabais, C. (Janeiro de 2009). Fases portadoras do arsénio em solos da área mineira de São Domingos e em solos não contaminados do Pomarão e Serra do Caldeirão. *Ciências Agrárias*, 32, 156, 157, 158. doi:ISSN 0871-018X.
- Albuquerque, B. P. (2007). *As Relações entre o Homem e a Natureza e a crise Sócio-Ambiental*. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).
- Almeida, A., Mateus, A., Veríssimo, A., Serra, J., Alves, J. M., Dourado, L., . . . Ribeiro, R. (2001). *(Re)pensar o ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação Departamento do Ensino secundário.
- Amaral, C., & Lage, D. A. (2011). *Nutrição Vegetal: Funções e deficiências*. Obtido em 22 de dezembro de 2014, de aquahobby: [http://www.aquahobby.com/articles/b\\_nutricao\\_vegetal.php](http://www.aquahobby.com/articles/b_nutricao_vegetal.php).
- Anderson, J.G. (2007). *Environmentally Sensitive Maintenance For Dirt and Gravel Roads*. Pennsylvania: Pennsylvania Department of Transportation. Obtido em 16 de novembro de 2015, de [http://water.epa.gov/polwaste/nps/upload/EnvironmentallySensitiveMaintenance\\_DirtGravelRoads.pdf](http://water.epa.gov/polwaste/nps/upload/EnvironmentallySensitiveMaintenance_DirtGravelRoads.pdf).
- Antunes, C., Bispo, M., & Guindeira, P. (2014). *Descobrir a Terra 7*. Porto: Areal.
- Araújo, N., Bueno, E., Almeida, F., & Borsato, D. (jan/jun de 2007). Mapas conceituais como estratégia de avaliação. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, 28, 47-54.
- Berg, I., Bisca, F., Duarte, P., Marques, A., Marques, G., Marques, J., . . . Santos, J. (24 de setembro de 2014). Os impactes. Obtido em 12 de novembro de 2014, de Projecto Mineiro da Boa Fé: <https://projectomineirodaboafe.wordpress.com/impactes-negativos/escombreira/>.
- Bianchin, L. (2011). *Atributos Químicos e Especificação de Cromo em Solo com Aplicação de Resíduos de Curtume e Carbonífero em Experimento de Campo*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul Faculdade de Agronomia.
- Bignell, S., & Parson, V. (2010). *Best Practice in Virtual Worlds Teaching version 2.1* (2.1 ed.). Birmingham: Higher Education Academy Psychology Network. Obtido em 18 de janeiro de 2015, de <http://previewpsych.org/BPD2.0.pdf>.
- Borma, L. S., & Soares, P. S. (2013). Drenagem Ácida e Gestão de Resíduos Sólidos e Mineração. Em R. E. Trindade, & O. Filho, *Extração de Ouro - Princípios, Tecnologia e Meio Ambiente* (p. 244). Rio de Janeiro: CETEM/MCT, PUC Rio.
- Buzzi, D. C. (2012). *Aplicação da Eletrodialise no tratamento da drenagem ácida de minas visando a recuperação se ácido sulfúrico*. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Carli, C. (2013). *Análise de projetos limite: Lavra a céu aberto vs lavra subterrânea*. Porto Alegre: Ministério da Educação Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Carvalho, D. L. (2011). *Monitorização de áreas mineiras abandonadas: Metodologias de amostragem e análise*. Minho: Universidade do Minho Escola de Ciências.

- Deusdado, A.S. (Realizador). (2012). *Minas da Panasqueira na Biosfera* [Filme]. Obtido a 30 de abril de 2015, em [https://www.youtube.com/watch?v=o\\_zx6uQkJFQ](https://www.youtube.com/watch?v=o_zx6uQkJFQ).
- DGE. (26 de maio de 2014). Ciências Naturais. Obtido em 4 de novembro de 2014, de Programas e Metas Curriculares: <http://www.dge.mec.pt/programas-e-metas-curriculares/ciencias-naturais>
- Fernandes, D. (2006). *Notas sobre os paradigmas da investigação em educação*. Lisboa: Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa.
- Ferreira, C. D. (2012). *A Modelação Análoga no Ensino da Geologia: Um estudo centrado na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Obtido em 09 de Junho de 2015.
- Freire, J. M. (2009). *Escola como Observatório de Necessidades Educativas de Alunos e Formativas dos Professores*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Gaikwad, R.W. & Gupta, D.V. (2007). Acid Mine Drainage (AMD) Management. *Industrial Pollution Control*, 23.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2003). *Educational Research an Introduction*. Boston: Library of Congress Cataloging in Publication Data.
- Gay, L.R., Mills, G. & Airasian, P. (2006). *Educational Research: competencies for analysis and applications*. New Jersey: Merrill Prentice Hall.
- Gonçalves, A. (2004). *Métodos e Técnicas de Investigação Social*. Minho: Universidade do Minho.
- Gonçalves, A. C. (2012). *Caderno de geografia*. Obtido em 22 de novembro de 2014, de Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra: [http://www.uc.pt/fluc/depgeo/Cadernos\\_Geografia/Numeros\\_publicados/CadGe\\_o30\\_31/Eixo1\\_9](http://www.uc.pt/fluc/depgeo/Cadernos_Geografia/Numeros_publicados/CadGe_o30_31/Eixo1_9).
- Guilherme, L. R. (2014). *Giuliano Marchi*. Obtido em 25 de novembro de 2014, de Geocities: [http://www.geocities.ws/giuliano\\_marchi/Top\\_V4\\_N9.pdf](http://www.geocities.ws/giuliano_marchi/Top_V4_N9.pdf).
- Jacob, T. J. (2013). *A Resolução de Problemas, no âmbito do Ensino das Ciências, em contexto pré-escolar e ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico*. Ponta Delgada: Universidade Dos Açores Departamento De Ciências Da Educação.
- Jesus, S. (2013). *Indústria extrativa na região do Algarve. Formulação de estratégias competitivas*. Algarve: Universidade do Algarve. Faculdade de Economia.
- Lapakko, K. (2002). *Metal Mine Rock and Waste Characterization Tools: An Overview*. Minesota Department of Natural Resources, US. Minesota: Mining, Minerals and Sustainable Development.
- Leboeuf, H. B. (2013). O Uso do "V" de Gowin na formação docente em ciências para os anos iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18 (3), 697-721. Obtido em 12 de junho de 2015, de [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID350/v18\\_n3\\_a2013.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID350/v18_n3_a2013.pdf).
- Leite, L., & Esteves, E. (9 de dezembro de 2009). *GIPDAE*. Obtido em 13 de novembro de 2014, de Educacion: <http://www.educacion.udc.es/grupos/gipdae/documentos/congreso/viiicongreso/pdfs/207.pdf>.
- Leite, L., Afonso, A. S., Dourado, L., Morgado, S., & Vilaça, T. (2013). *Atas do Encontro sobre Educação em Ciências através da Aprendizagem Baseada na*. Braga: Centro de Investigação em Educação Instituto de Educação - Universidade do Minho.
- Leite, S. L., Berti, T., & Ribeiro, M. C. (17 a 20 de outubro de 2007). *Unisalesiano - Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium*. Obtido em 1 de dezembro de

- 2014, de unisalesiano:  
<http://www.unisalesiano.edu.br/encontro2007/trabalho/aceitos/CC33844027823.pdf>
- Lima, R. (2006). *Eficiência Agronômica e Poder Residual de Biofertilizantes de Rochas com Acidithiobacillus em Cultivos Consecutivos com Alface em Solo do Cariri Cearense*. Departamento de Agronomia. Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco. Obtido em 16 de junho de 2015, de [http://200.17.137.108/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=58](http://200.17.137.108/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=58).
- Medina, A. I., Cássio, J. P., Silva, R., Cunha, F. G., Jacques, P. D., & Borges, A. F. (2007). Geologia Ambiental: contribuição para o desenvolvimento sustentável. Em F. R. Fernandes, G. M. Matos, & A. B. Luz, *Tendências Tecnológicas Brasil 2015 Geociências e Tecnologia Mineral* (pp. 35, 36, 37). Rio de Janeiro: CETEM/MCT.
- Moreira, M. A. (2006). *Mapas Conceituais e Diagramas V*. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Novak, J. D. (1984). *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Nunes, P. J. (2010). *Recursos Geológicos não metálicos: Prospecção, Pesquisa, Exploração (‘rochas industriais, argilas, areias, ornamentais’)*. Lisboa: Universidade Técnica De Lisboa Instituto Superior Técnico.
- Oliveira, M., Ferreira, T., Relvas, J., Pinto, A., Pereira, Z., Matos, J., & Fernandes, C. (2013). *Laboratório Nacional de Energia e Geologia*. Obtido em 12 de novembro de 2014, de Repositorio Ineg: <http://repositorio.ineg.pt/bitstream/10400.9/2356/1/36112.pdf>.
- Rodrigues, M. L., & Fonseca, A. (2008). *Valorização do Geopatrimónio no Desenvolvimento Sustentável de Áreas Rurais*. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa.
- Rolo, E. (2007). *Exploração Mineira vs Ambiente*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa Instituto Superior de Agronomia.
- Sanches, F. A. (2012). *Risco ambiental associado a actividades mineiras abandonadas na região centro de Portugal -possíveis impactes na saúde humana*. Castelo Branco: Instituto Politécnico de Castelo Branco Escola Superior Agrária.
- Santos, E. S., & Macías, F. (19 de Outubro de 2011). *Instituto Superior Dom Afonso III*. Obtido em 14 de novembro de 2014, de [encontros.inuaf-studia.pt/II%20Seminario/Resumos/files/Importancia%20do%20uso.pdf](http://encontros.inuaf-studia.pt/II%20Seminario/Resumos/files/Importancia%20do%20uso.pdf).
- Saviour, M., N. (2012). Environmental Impact of Soil and Sand Mining: A Review. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 1.
- Scliar, C. (2013). *Minerais e rochas Base material da aventura humana*. Belo Horizonte: Legado.
- Simões, I. B. (2012). *Influência de Actividades Mineiras na Acumulação de Elementos Traço em Culturas Utilizadas na Alimentação Humana: O Estudo de Caso de Minas Situadas na Faixa Piritosa Ibérica*. Beja: Instituto Politécnico de Beja.
- Spradley, J. P. (1980). *Participant Observation*. Florida: Brace Jovacovich College Publishers.
- Teixeira, L. (2008). *Trajectórias e cenários de inserção profissional de diplomados em Educação Social do Ensino Superior Politécnico: Pontes e vazios na relação entre percursos de formação e percursos de inserção profissional*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa Faculdade de Ciências e Tecnologia.

- Vasconcelos, C., & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências*. Porto: Porto Editora.
- Vasconcelos, C., & Torres, J. (2013). A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Educação Ambiental. *Atas do Encontro sobre Educação em Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas*, 48, 49.
- Vaz, M. A. (2011). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Desenvolvimento de competências cognitivas e processuais em alunos do 9º ano de escolaridade*. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança Escola Superior de Educação.
- Vicente, P., Reis, E. & Ferrão, F. (2001). *Sondagens - A amostragem como factor decisivo de qualidade*. (2ª Edição ed.) Lisboa: Edições Sílabo.
- Virginio, M. N. (2012). *ACTAS VI CONGRESO URUGUAYO*. Obtido em 27 de dezembro de 2014, de *sugeologia*: [http://www.sugeologia.org/documentos/ACTAS%20VI%20CONGRESO%20URUGUAYO/trabajos/123\\_Mantesso-Neto\\_Virginio.pdf](http://www.sugeologia.org/documentos/ACTAS%20VI%20CONGRESO%20URUGUAYO/trabajos/123_Mantesso-Neto_Virginio.pdf).
- Walsh, A. (2005). *The Tutor in Problem Based Learning: A Novice's Guide*. Hamilton: McMaster University Health Science.



# Apêndices

## Apêndice A – Documento de leitura

### A Exploração mineira e os efeitos desta atividade

A exploração mineira, ou mineração, é uma atividade antrópica cujo objetivo é a extração de substâncias minerais a partir de depósitos ou massas minerais.

Dentro das substâncias minerais, temos a extração de um recurso geológico<sup>4</sup>, o **minério**. Este consiste na agregação de minerais ricos em um determinado mineral ou elemento químico que é economicamente e tecnologicamente viável para extração (mineração). O minério pode ser uma rocha, sedimento ou solo e é constituído por **minerais de minério** (ou minerais de interesse económico) e **ganga** (ou minerais que não possuem interesse económico). Como exemplo de minerais de minério, temos o cobre, o ouro, a prata, o ferro, entre outros (ver figura 1).



**Figura 1** – Exemplos de minérios metálicos.

<sup>4</sup> Recursos Geológicos - Os recursos geológicos são todos os bens de natureza geológica, existentes na crosta terrestre, passíveis de serem utilizados pelo Homem.

Deste modo, a mineração pode contribuir para o desenvolvimento socioeconómico de uma região pela comercialização ou aplicação destes recursos geológicos ou ainda pela oferta de emprego que proporciona. Ou seja, pode-se extrair minérios metálicos como o ferro, o ouro, o cobre, a prata, o bronze, etc. e aplicá-los na indústria de metais para a produção de utensílios ou produtos que contribuem para uma melhor qualidade de vida do ser humano. Pode também empregar outros produtos resultantes deste tipo de atividade, como as argilas, que são aplicadas na indústria farmacêutica, o carvão que é aplicado na indústria energética, o quartzo que é aplicado na indústria vidreira, entre outros.

Para além dos benefícios da exploração mineira, existem desvantagens neste tipo de indústria. Visto que, para a extração de minério, é necessário fazer escavações e construir infraestruturas, neste processo de extração irão estar envolvidas etapas de perfuração (ver figura 2) e de detonação (explosões) (ver figura 3) que promovem a fragmentação da rocha. Isto poderá contribuir para perda de habitat e consequentemente de seres vivos (plantas e animais).



**Figura 2** – Perfuração para extração de minérios.



**Figura 3** – Detonação para extração de minérios.

Por outro lado, a acumulação de rejeitados da extração poderá contaminar as águas e os solos. Ou seja, os rejeitados de extração podem conter substâncias que prejudicam o ambiente e os seres vivos. Por exemplo, os sulfuretos (composto químico que contém enxofre) são algumas dessas substâncias que na presença de água originam efluentes mineiros de drenagem ácida.

A Drenagem Ácida de Minas (DAM) age como agente lixiviante dos minerais presentes nos rejeitados produzindo um líquido turvo (ou percolado) (ver figuras 4 e 5), rico em metais dissolvidos e ácido sulfúrico, originando águas ácidas.



**Figura 4** – Percolado de rejeito de carvão.



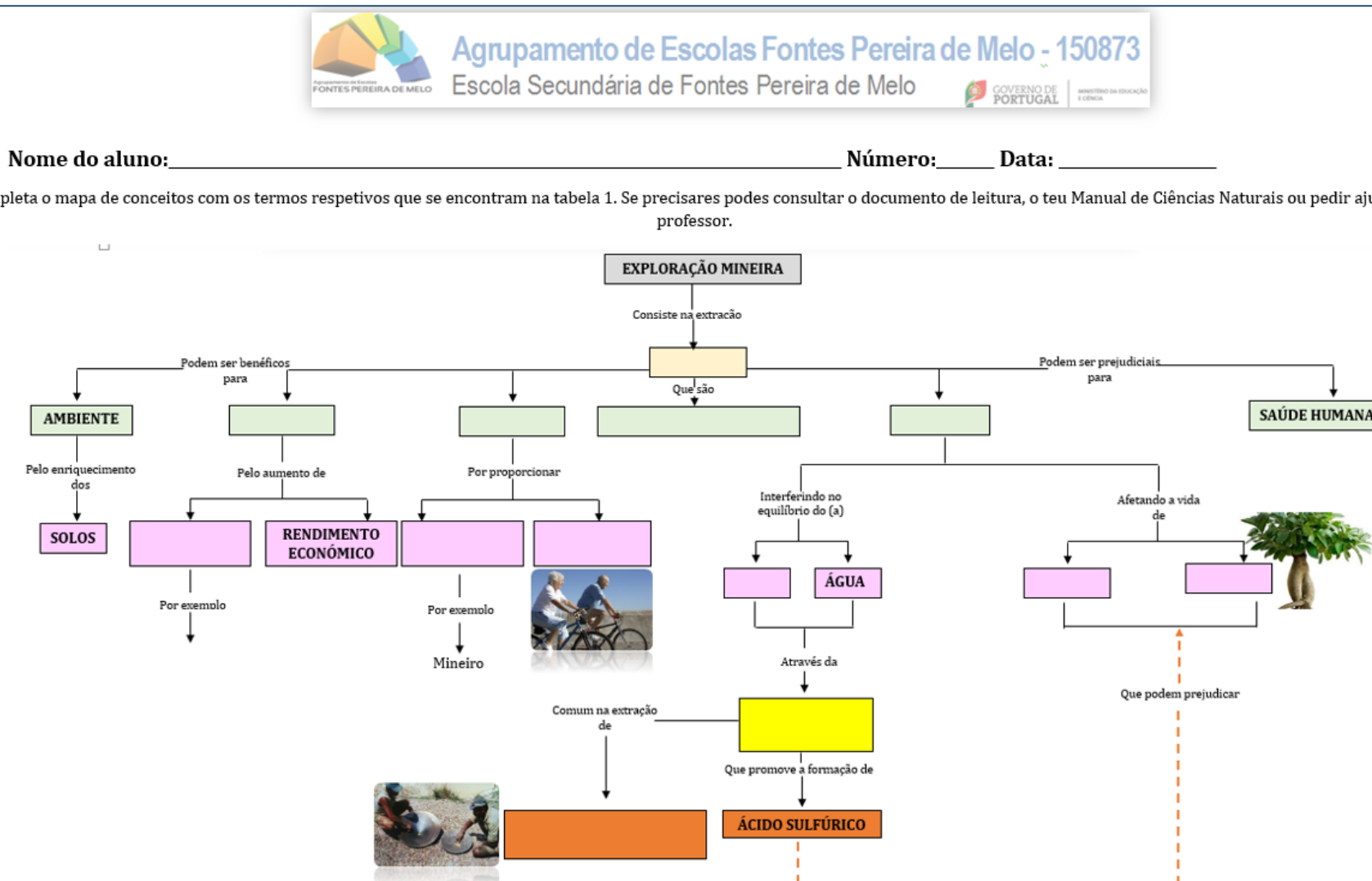
**Figura 5** – Percolado de rejeito de carvão num rio.

Este percolado, através da contaminação das águas pode provocar uma série de efeitos tóxicos nos animais e plantas, tais como mortalidade, crescimento desordenado, diminuição nas taxas de reprodução, deformações e lesões. A ocorrência da DAM (Drenagem Ácida de Minas) é comum ocorrer em locais de extração de ouro, carvão, cobre, zinco ou urânio, entre outros.

### Bibliografia

- Buzzi, D. C. (2012). *Aplicação da Eletrodialise no tratamento da drenagem ácida de minas visando a recuperação se ácido sulfúrico*. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Borma, L. S., & Soares, P. S. (2013). *Drenagem Ácida e Gestão de Resíduos Sólidos e Mineração*. Em R. E. Trindade, & O. Filho, *Extração de Ouro - Princípios, Tecnologia e Meio Ambiente* (p. 244). Rio de Janeiro: CETEM/MCT, PUC Rio.
- Nunes, P. J. (2010). *Recursos Geológicos não metálicos: Prospecção, Pesquisa, Exploração ('rochas industriais, argilas, areias, ornamentais')*. Lisboa: Universidade Técnica De Lisboa Instituto Superior Técnico.
- Rolo, E. (2007). *Exploração Mineira vs Ambiente*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa Instituto Superior de Agronomia.
- Sanches, F. A. (2012). *Risco ambiental associado a actividades mineiras abandonadas na região centro de Portugal -possíveis impactes na saúde humana*. Castelo Branco: Instituto Politécnico de Castelo Branco Escola Superior Agrária.

## Apêndice B – Mapa de Conceitos



## Apêndice C – V de Gowin

V de Gowin: As águas ácidas e o seu efeito nas alfaces.



Nome do aluno: \_\_\_\_\_

Nº \_\_\_\_\_ Data : 07/05/2015

Tema: Exploração Mineira

**Qual o efeito  
das águas ácidas  
em alfaces?**

**Princípios:** Quando há circulação de águas nos solos através das massas de sulfuretos, ocorre a formação de águas ácidas, libertando ácido sulfúrico.

**Conceitos:** pH; águas ácidas; ácido sulfúrico; solos acidificados; toxicidade; emurchecer; cloroses.

**Juízos de valor:** Devido ao ácido sulfúrico poder apresentar um efeito tardio nas plantas em estudo, a rega das alfaces com esta solução teve início no dia 25/04/2015. Procedeu-se ainda à medição da altura das plantas em questão.

**Conclusão:**

Transformações	Planta regada com água potável		Planta regada com ácido sulfúrico	
	1º dia experiência	Após 11 dias	1º dia experiência	Após 11 dias

Registos						
	Planta regada com água potável			Planta regada com ácido sulfúrico pH?		
	Coloração das folhas:	Altura da planta 16 Cm	Aspeto da planta	Coloração das folhas	Altura da planta 18 Cm	Aspeto da planta
1º Dia da experiência						
Após 11 dias						

**Procedimento Experimental:**

- 1- Regue o vaso 1 com água potável.
- 2- Regue o vaso 2 com a solução de ácido sulfúrico pH 1,5.
- 3- Registe (ou fotografe) as características das plantas dos dois vasos.
- 4- Após 11 dias compare as características das plantas dos dois vasos e registe o que observa.